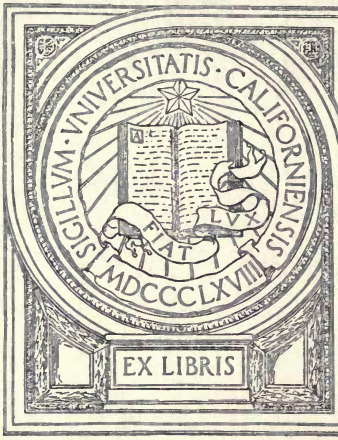
QE
511
T69u

AA001242500 5
UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY

Ueber Säkulare Hebungen Und Senkungen Der Erdoberfläche.

Von
Hermann Trautschold.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LOS ANGELES



EX LIBRIS

Dr. Robert Sieger
1893

Ueber

säkulare Hebungen und Senkungen

der

Erdoberfläche.

Eine zur Erlangung des Grades

eines

Magisters der Mineralogie

mit Genehmigung

Einer Hochverordneten Physiko-Mathematischen Facultät

der Kaiserlichen Universität Dorpat

verfasste und zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

Abhandlung

von

Dr. phil. **Hermann Trautschold.**

Opponenten:

Lemberg, Cand. chem., Prof. Dr. C. Schmidt, Prof. Dr. C. Grewingk.

Dorpat, 1869.

Druck von C. Mattiesen.

UNIV. OF CALIFORNIA
LOS ANGELES
LIBRARY

Gedruckt auf Verfügung der physiko-mathematischen Facultät.
Dorpat, den 14. September 1869.
Nr. 71. Dr. P. Helmling,
d. Z. Decan der physiko-mathem. Facultät.

UNIV. OF CALIFORNIA
AT LOS ANGELES
LIBRARY

QE
511
T69u
Geology
Library

ÜBER

SÄKULARE HEBUNGEN UND SENKUNGEN

DER

ERDOBERFLÄCHE

VON

H. TRAUTSCHOLD.

Nach unserem Rath bleibe jeder auf dem eingeschlagenen Wege, und lasse sich ja nicht durch Autorität imponiren, durch allgemeine Uebereinstimmung bedrängen und durch Mode hinreissen. Göthe.

Die Frage, ob die Erdoberfläche sich hebe, oder ob das Meer sich senke, ist eine vielfach besprochene und erörterte. In der neueren Zeit haben sich die gewichtigsten Stimmen für Hebung der Erde ausgesprochen, und nur wenige sind laut geworden für ein allmäliges Zurückziehen des Meeres. Aber die Meinung, für welche man in den Lehrbüchern mit grosser Entschiedenheit eintritt, ist nicht immer die am besten begründete, denn in der Wissenschaft, wie in anderen Sphären

456207

des Menschenlebens macht sich ein Schwanken, ein Auf- und Niederwogen der Ansichten und Meinungen, ja der Denkungsweise bemerklich, das seine Entstehung zuweilen rein äusserlichen Einwirkungen verdankt. Es scheint, als wenn die Gesellschaft der Gebildeten zuweilen nur desshalb eine alte Meinung aufgäbe und sich einer neuen zuwendete, weil sie vom oft Gehörten ermüdet dem Reize des Neuen und Ungewöhnlichen folgt. In der Kunst hat es zu verschiedenen Zeiten der Geschmacksrichtungen sehr verschiedene gegeben, obgleich man immer darüber im Klaren zu sein glaubte, dass das einzige Ziel der Kunst das Schöne sein müsse. In der Physik und Chemie haben sehr verschiedene Lehren Eingang und Beifall gefunden, die bald haben anderen weichen müssen. Dieselbe Erscheinung nehmen wir in der, wenn gleich noch jungen, Wissenschaft der Geologie wahr.

Nachdem im vorigen Jahrhundert der Neptunismus zur Herrschaft gekommen war, musste er in dem jetzigen dem Plutonismus weichen, und letzterer scheint in der neuesten Zeit wieder der Lehre von Wasserwirkungen Platz machen zu sollen. Im engen Zusammenhange mit der Lehre der Plutonisten steht die Lehre von den Hebungen und Senkungen der Erdrinde. Die Bildung eruptiver Gesteine hat zu allen Zeiten Hebungen in ihrem Gefolge gehabt, als sekundäre Wirkung auch Senkungen und die meisten Gebirgszüge der verschiedenen Erdtheile zeigen sehr deutlich die Ursache und Art der Hebung. Es waltet also über dieser Art von Erscheinung keinerlei Zweifel. Anders verhält es sich mit denjenigen Bewegungen der Erdrinde, die so langsam und allmälig vor sich gehen, dass es nur einer lange fortgesetzten Beobachtung gelingt, sie zu bemerken oder zu messen. In Beziehung auf diese Bewegung, die man nur an den

Küsten der Meere und Seen wahrnehmen kann, waren nun und sind noch die Meinungen getheilt, da diese Bewegung ebenso gut einer Hebung der Küsten als einer Senkung des Meeres zugeschrieben werden kann. Jedenfalls bietet das frühere und jetzige Niveau der Meere und Wasserbehälter das einzige Mittel für die Einen zur Messung der Hebung des Landes, für die Andern zur Messung der Senkung des Meeres. Es ist der Zweck der folgenden Seiten, zu untersuchen, welche von den beiden Ansichten den Vorzug verdient oder ob beide gleich berechtigt sind.

Dass die Verhältnisse zwischen Land und Meer im Laufe der Zeit sich nicht gleich blieben, wusste man vor langer Zeit, und im vorigen Jahrhundert hat namentlich der Schwedische Naturforscher Celsius das Verdienst, auf diese Aenderung aufmerksam gemacht und genauere Beobachtungen darüber angestellt zu haben. Den Grund der Aenderung fand er in der Senkung des Meeres, da es ihm natürlicher erschien, dass sich das flüssige Element, als der starre Fels seiner vaterländischen Küste, bewegt. Die späteren Forscher folgten seiner Annahme, bis Playfair 1802 und v. Buch 1803 die Ansicht aussprachen, dass nicht das Meer sich senke oder vermindere, sondern dass das Land an Umfang zunehme, sich hebe. Dieser neuen Ansicht trat Lyell noch in den drei ersten Auflagen seiner Principles of geology entgegen, doch auch er bekehrte sich nach einer Skandinavischen Reise zu der Hypothese, dass das Festland der nordischen Halbinsel sich hebe.

Wie weit die Meinungen noch im Jahre 1827 auseinandergingen, erhellt aus einem Werke von Constant Prevost, das vorzugsweise gegen die Cataclysmen Cuvier's gerichtet war: Les continents actuels, ont-ils-été,

à plusieurs reprises, submergés par la mer? Der Verfasser beantwortet die Frage entschieden verneinend, indem er p. 254 ausdrücklich sagt, dass die Meeressedimente nicht einen Boden bedecken, der früher bewohnt war; und p. 264 äussert er, dass man schwerlich Beweise finden werde für den Rücktritt des Meeres auf Stellen trockenen Landes, deren Niveau viel höher als das des Meeres, denn der Boden eines solchen Landes stellte sich weder so zerrissen dar, wie er es durch atmosphärische Wässer sein müsste, noch könnte er so schnell Bewohner und Vegetation erzeugen, dass die Schichten mit Blatt- und Thierresten erfüllt sein könnten. Prevost führt an, dass im Gyps des Montmartre die Knochen von Anoplotherium und Palaeotherium sich in verschiedenen Zonen zugleich mit Meeresmuscheln finden, während sie sich doch in einer Zone befinden müssten, wenn ihr Tod durch einen Einbruch des Meeres, wie Cuvier behauptete, herbeigeführt worden wäre. Er giebt demzufolge der Ansicht den Vorzug, dass diese Thiere durch Ströme vom Festlande in das Meer geführt seien. Von den sogenannten unterseeischen Wäldern meint Prevost, dass sie an Orten entstanden sein könnten, die tiefer lagen, als das Meeresniveau, wie das heutige Holland noch jetzt eine Vegetation unterhalb des Meeresniveaus erzeugt. Beim Durchbruch der Dünen würde das Meer die Wälder überfluthen, aber diese würden an ihrer Stelle bleiben, nicht zerstreut und nicht in verschiedenen Horizonten liegen. Die von Pholaden durchbohrten Felsen beweisen nach Prevost nichts Anderes, als dass das Meer früher höher gestanden habe. Prevost sagt endlich p. 330, dass fast alle neueren Geologen, von Bernard Palissy an, das allmälige Zurückziehen des Meeres zugegeben haben. Schon Férussac habe nichts von Cataclysmen

wissen wollen, und habe erklärt, dass alle geologischen Erscheinungen die Verminderung der Temperatur und das allmälige Zurückziehen des Meeres zur Ursache haben.

Der Lehre von den Oscillationen der Erdrinde haben vorzugsweise v. Buch und v. Humboldt Eingang verschafft, und Lyell ist schliesslich so sehr auf ihre Anschauungen eingegangen, dass er in der neuesten Auflage seiner Geologie (Cotta's Uebersetzung 1857. p. 61,) ganz entschieden sagt «Nicht das Meer hat sich gesenkt, sondern das Land wurde gehoben». Ihren schärfsten Ausdruck findet die Oscillations-Theorie in einem neueren Schriftstück Hébert's: les oscillations de l'écorce terrestre pendant les périodes quaternaire et moderne. Auxerre 1866. Es ist das ein Vortrag, den Prof. Hébert in Auxerre gehalten hat. Ich hebe die schlagendsten Stellen dieses Werkchens heraus. Es wird p. 5 gesagt, dass Europa zu Ende der tertiären Periode sich 2—700 Meter gesenkt habe, in der Richtung von Osten nach Westen, und zwar unter das Niveau eines Meeres, das kälter gewesen sei, als das tertiäre, kälter selbst als das jetzige Nordmeer, um die Bänke von Sand, Thon und Muscheln aufzunehmen, deren Reste wir jetzt auf dem Snowdon, in Scandinavien u. a. a. O. sehen. Aber, fährt Hr. Hébert fort, das ist nicht Alles, dieser ausserordentlichen Senkung war ein ganz entgegengesetztes Phänomen vorhergegangen. Wenn man nämlich die in diesem Meere niedergeschlagenen Absätze entfernt, so sieht man, dass in England wie in Scandinavien die darunter liegenden Felsen geritzt, gestreift, polirt sind, ebenso wie die Felsen, auf denen die heutigen Gletscher herabgleiten. Diese Schrammen gehen von den Höhen aus und verbreiten sich strahlenförmig nach allen Seiten, der Neigung des

Bodens folgend, manchmal bis in das Wasser des Meeres. Sie reichen in Scandinavien bis zu einer Höhe von 1800 Meter, in Schottland bis zu 900, in Irland bis zu 750 Meter. Zu dieser Zeit waren also die Länder höher, man kann sogar sagen, viel höher als heut, und diese Erhebung des nordwestlichen Europas veränderte natürlich ausserordentlich die relative Ausdehnung von Land und Meer. Der Verfasser kommt dann auf die Erniedrigung der Temperatur, die damals im nordwestlichen Europa der von Grönland gleich sein musste und sagt, dass die grösste Kälte der Gletscherperiode mit der Periode der grössten Erhebung zusammenfällt. Nachdem dem Autor zufolge durch die grosse Kälte viele Thiere getödtet sind, senkt sich die Erde wieder, die Temperatur steigt, die Gletscher schmelzen, das Meer tritt an ihre Stelle, unabweisliche Spuren seines Aufenthalts hinter sich lassend, wie z. B. in Wales bei 900 Meter Höhenunterschied. Das Alles geschah natürlich nicht plötzlich, sondern allmälig. Prof. Hébert weist nun auf den unterseeischen Wald von Cromer hin, dessen Wurzeln in dem Schlamm eines geschmolzenen Gletschers stecken, so dass nicht der geringste Zweifel darüber waltet, dass dieser Wald an Ort und Stelle gewachsen ist. In dem Schlamme des Cromer'schen Waldes befinden sich Knochen von Elephanten, Rhinocerossen, Nilpferden, Hirschen, Ochsen, Pferden. Wie, ruft der Autor aus, haben die einen die Periode der Kälte überdauern können? Woher kamen die anderen? Ueber die erste Frage, antwortet er, werden uns künftige Entdeckungen Licht geben; für die Beantwortung der anderen Frage sind wir nicht competent. Also England hat sich um 170 Meter gesenkt und ist zu einem Archipel von ziemlich grossen Inseln geworden. Das nördliche Frankreich hat sich auch

gesenkt und nur die Hügel des pays de Bray, des Boulonnais, der Bretagne und die Ardennen haben aus dem Wasser hervorgeragt. Unter das Wasser sind getaucht die Niederlande, alle Ebenen von Norddeutschland, Dänemark und Südschweden; Finnland ist von Russland getrennt worden. Scandinavien ist nur um 200 Meter gesunken, hier ist also eine grössere Menge Land über dem Wasser geblieben. Ausserdem wurden alle Ebenen Nordeuropas von der Senkung ergriffen, denn es war eine Biegung der Erdrinde, welche während dieser sogenannten quaternären Periode stattgefunden hat. Diese schwingenden Bewegungen haben nun dem Meere gestattet, den Boden unserer Continente zu benagen, die Flussthäler zu graben, Meeresarme mit steilen Ufern zu bilden, wie den Kanal la Manche und den St. Georgs-Kanal u. s. w. Sie haben zum hauptsächtlichen Resultat gehabt, den Stand der Wässer beständiger zu machen, das Abfliessen zu erleichtern. Das ist eine ungeheure Drainage, welche die Vorsehung ausgeführt hat, um die Oberfläche der Erde geeigneter zu machen für die Entwickelung der menschlichen Civilisation. Was die quaternäre Periode charakterisirt, ist eben die grosse Intensität, die ausserordentliche Ausdehnung dieser schwingenden Bewegungen. Zu jeder Zeit ist die Erde langsamen und unausgesetzten Schwingungen unterworfen gewesen, aber niemals hat die Amplitude dieser Schwingungen die Verhältnisse erreicht, wie in der quaternären Periode. Die ältesten historischen Dokumente beweisen, dass sich der Zustand unserer Erde während der jetzigen Periode wenig verändert hat, nichts desto weniger dauern die Schwingungen fort, die Erdrinde hört nicht auf die Wirkungen dieser Beweglichkeit zu fühlen, welche ihr wesentlicher Charakter, und welche eine Folge der Con-

stitution unseres Erdkörpers ist. Nachdem Hébert noch erwähnt, dass die Niederlande ein Beispiel einer Senkung seien, dass die südlichen Küsten des baltischen Meeres, wie Preussen und Pommern, sich gesenkt haben, dass die Torfgründe der Somme ihr Niveau unterhalb des Meeres haben, sagt er: So existirt also in Europa südlich von der Hebungszone eine Senkungszone, welche mit dem correspondirt, was die Geographen die Ebenen Europa's nennen. Nächst dieser Senkungszone nimmt Hébert noch eine zweite Senkungszone der Davisstrasse an, da in Grönland, in der Fundybay und in Neuschottland auch Senkungen vorkommen.

Im Allgemeinen aber, sagt Hébert (l. c. p. 24), wachsen die Continente auf Kosten der Meere. Die Häfen von Utica und Carthago sind trocken gelegt, Aegypten ist in historischer Zeit merklich gehoben, Afrika hat an dieser Bewegung theilgenommen und Kleinasien vergrössert sich auf Kosten des Aegäischen Meeres. Dass Prof. Hébert auch die Ansichten Darwin's über das Sinken und Aufsteigen des Bodens der Koralleninseln des stillen Oceans theilt, ist kaum nöthig zu bemerken.

In ähnlicher Weise, doch in der Form noch enthusiastischer, fasst Boccardo denselben Gegenstand auf (1), wie denn überhaupt in der jetzigen geologischen Literatur die herrschende Strömung sich dieser Auffassung zuneigt. Nichts destoweniger haben sich noch in der letzten Zeit Stimmen zu Gunsten der entgegengesetzten Ansicht hören lassen, wie denn Alfred Tylor in der Sitzung der Londoner geologischen Gesellschaft von 11. Nov. 1868 dahin zielende Mittheilungen über Deltabildungen und über Beweise und Ursachen grosser Aenderungen

(1) La philosophie positive. Juillet-Août 1869. № 1. Mobilité de la surface terrestre.

in dem Meeres-Niveau während der Glacial-Periode gemacht hat (1). Er beleuchtete die von Godwin—Austen beschriebenen Küstensedimente, um die Möglichkeit eines Fallens des Meeres-Niveaus um 600 Fuss zu prüfen, und führte die Eisanhäufung um die Pole als eine der wahrscheinlichen Ursachen eines bedeutenden Sinkens des Meeresniveaus während der Glacialperiode an. Die 600 Fuss hohen Korallenlager des Indischen Oceans wurden von ihm als Fälle angeführt, welche ebensowohl durch das Schwanken des Meeres-Niveaus, als durch das Sinken des Meeresbodens erklärt werden könnten. Tylor bezog sich ferner auf Forbes' Untersuchungen über den Ursprung der Fauna und Flora der britischen Inseln, und wies darauf hin, dass von Forbes angeführte Thatsachen der Migration besser mit der Hypothese des Sinkens des Meeres-Niveaus, als mit dem Wechsel des Niveaus des Meeresbodens und des festen Landes in Einklang zu bringen sei. Endlich zog Tylor zur Stütze der Theorie vom Sinken des Meeresniveaus herbei: das Vorkommen von Crag und Fossilien führendem Grant und gehobenem Meeresufer fast in demselben Niveau, obgleich Crag und Sand von verschiedenem Alter sind; dann die sich auf tiefem Meeresboden des Kanals und der Nordsee vorfindenden Küsten- und Süsswassermuscheln.

Ich gehe jetzt zu einer Uebersicht aller der Erscheinungen über, welche in die Kategorie der säkularen Hebungen und Senkungen fallen, indem ich Alles bei Seite lasse, was als eine Wirkung von vulkanischen Ausbrüchen, Erdbeben, Bildung plutonischer, eruptiver oder krystallinischer Gesteine (die drei Adjectiva als synonym genommen) betrachtet werden kann.

(1) Geological magazine. Decbr. 1868.

1. *Die scheinbar gehobenen Länder.*

Es liegt auf der Hand, dass die Hebung von Ländermassen nur an den Küsten der Meere gemessen werden kann, da sich alle Höhenverhältnisse des Landes auf das Niveau des Meeres beziehen. Die Höhenbezeichnung hört natürlich auf eine absolute zu sein, sobald das Niveau des Erdoceans ein schwankendes ist. Bevor ich diese Frage der Schwankung des Meeresniveaus diskutire, will ich darauf aufmerksam machen, dass alle Angaben in Bezug auf die Niveauveränderung des Landes relativ zu nehmen, und dass die Möglichkeit des Schwankens sowohl des Landes wie des Wassers vorausgesetzt bleibt.

Dass die Verhältnisse der Ausdehnung zwischen Land und Meer fortwährend gewechselt haben seit den ältesten Zeiten ist gar keinem Zweifel unterworfen. Dafür liefern alle Sedimentgesteine die schlagendsten Beispiele. Die silurischen, devonischen und Bergkalkgesteine, die Absätze der Steinkohlen — Permischen und Triasformation nehmen den grössten Theil des nordamerikanischen Festlandes ein, diese grossen Länderstrecken haben also einst unter Wasser gestanden und später eine Vegetation getragen. Der Boden von ganz Russland besteht aus Meeresabsätzen, die Ebenen von Asien, Afrika, Neuholland sind nicht minder aus Meeressedimenten gebildet, sie alle sind also einst vom Meer bedeckt gewesen, sie sind im Laufe sehr langer Zeiträume über das Meer emporgestiegen. Die Vorgänge dieser längst vergangenen Zeiten sind natürlich unserer unmittelbaren Beobachtung entrückt, und es bleibt nur übrig Schlüsse zu ziehen aus dem Ort, der Lagerung, dem Zustande jener Meeresabsätze; ob mit ihnen eine Ortsveränderung vor sich gegangen ist, oder nicht. Ich komme auf diese Frage später zurück, und

will zuerst die Küsten der jetzigen Continente und Inseln einer Betrachtung unterziehen, an denen in historischer Zeit Beobachtungen über die gegenseitigen Verhältnisse von Land und Meeresniveau angestellt sind. Die Muschelreste, welche in langen Linien sich mehr oder minder hoch an verschiedenen Küsten zeigen, bezeichnen den früheren höheren Stand des Meeres oder den tieferen Stand des Landes.

Von europäischen Ländern ist es Schweden, welches mit seinen Beobachtungen vorangegangen ist, und wo Celsius im vorigen Jahrhundert zuerst die Meinung ausgesprochen hat, dass das Meer sich zurückzöge. Später haben sich die Untersuchungen dort sehr vervielfältigt, und sie haben bis jetzt zu folgenden Resultaten geführt.

Nach den Beobachtungen, die Prof. Keilhau in Christiania gesammelt hat, ist Norwegen während der Periode der jetzigen Meeresfauna allmälig bis zur Höhe von 600 Fuss gehoben, und zwar vom Cap Lindesnäs an bis zum Nordcap und darüber hinaus bis zur Festung Vardöhus vollständig horizontal d. h. parallel mit dem Meeresniveau. Bravais will indessen in Finnmarken Hebungslinien gefunden haben, die nicht untereinander parallel sind. Bei Uddevalla liegen die Muscheln in der Höhe von 200 Fuss, etwas nördlicher bei Christiania 6 bis 700 Fuss. Bei Stockholm soll sich der Boden im Jahrhundert nur 3 Zoll heben (¹). Im vorigen Jahrhundert sprach Celsius die Meinung aus, dass nach zahlreichen von ihm angestellten Beobachtungen das Niveau des Nordmeeres und des Baltischen Meeres um 40 schwedische Zoll in einem Jahrhundert sänke. Capitän Hällström, ein guter Kenner der finnischen Küste, sagt, dass die Basis der Mauern

(¹) Lyell, principles of Geology p. 171. 9 th. edition.

des Schlosses von Abo zehn Fuss über dem Niveau des Meeres liegen, während sie früher mit demselben gleich gewesen wäre. Dass der Hafen von Uleaborg versandet ist, deutet auch auf Hebung des Landes. Der Hafen von Wisby auf der Insel Gothland ist ebenfalls versandet (1). Lyell hat bei Södertelje 16 Meilen südwestlich von Stockholm 100 Fuss hoch Muscheln gefunden, die heut noch den Bothnischen Meerbusen bewohnen, und zwar zum Theil Süsswasser-, zum Theil Meeresmuscheln. Kutorga erzählt (2), dass an einem Meerbusen der Insel Oesel Meeressand mit Cardium und Lucina 2 Werst tief in die Insel hinein bis zu einer Höhe von 17½ Fuss zu verfolgen sei. und dass man ihm einen Stein gezeigt hätte, von dem alte Leute genau wussten, dass er vor 80 Jahren dicht am Meere gelegen, und der jetzt 100 Faden von Ufer entfernt liegt. Derselbe Verfasser erwähnt vom Ladoga-See, dass stellenweise die alten Ufer des Sees, ihn 10 Faden hoch überragend, nachzuweisen sind. Weiter sagt Kutorga (3), dass in Folge der ununterbrochen fortschreitenden Hebung des Landes der Wasserspiegel aller Landseen Finnlands kleiner werde. Er erwähnt ferner (4), dass auf einer der Inseln des Ladoga-Sees Konewetz, die Hütte eines Mönches im Verlaufe von 5 Jahren um 240 Schritt vom Ufer entfernt sei, was er ebenfalls durch Hebung des Erdbodens erklärt. Vom Mälarsee sagt Lyell (5), dass er sicherlich niedriger stände als früher, aber dass die Ursache das Abbrechen zweier alter Brücken sei, die früher den Abfluss des süssen

(1) Klöden. Geographie II. p. 704.
(2) Geognostische Beobachtungen im südlichen Finnland 1851.
(3) l. c. p. 26.
(4) l. c. p. 23.
(5) Principles p. 524.

Wassers nach dem Meere verhindert hätten. Zur Messung der Hebung des Landes sind in Schweden an der Küste in den Jahren 1820 und 21 Marken in den Felsen gehauen worden. Schon im Jahre 1834 will Lyell bei seinem Besuch an gewissen Plätzen nördlich von Stockholm das Land um 4 bis 5 Zoll gestiegen gefunden haben. Als bei Södertelje 1819 ein Kanal gegraben wurde, um den Mälarsee mit dem Meere zu verbinden, fand man in einer Tiefe von 60 Fuss eine Hütte unter Meeressedimenten; der Boden der Hütte befand sich in einem und demselben Niveau mit dem Meere. Lyell nimmt hier, wie bei dem Serapistempel eine Senkung und spätere Hebung an.

In Betreff Jütlands hat Forchhammer (1) nachzuweisen gesucht, dass derjenige Theil dieser Halbinsel, welcher nördlich von einer Linie durch Nissumfjord über Nyborg bis zur Südspitze von Möen liegt, im Heben begriffen sei. Zahlreiche Strandgeschiebe und Grus liegen da, wohin kein Wellenschlag reicht; grosse Moorstrecken liegen mehrere Fuss über der Meeresfläche, und ihr Boden besteht aus Strandgrus und vielen Schalen noch lebender Meeresthiere. Die mit Holm (Insel) zusammengesetzten Namen deuten auf vormaliges Getrenntsein vom Festlande; ebenso die Zusammensetzungen mit oe (Insel) wie das Kirchspiel Rougsö, das jetzt auch keine Insel mehr ist. Nach Allem zu urtheilen ist Jütland nach und nach aus dem Meere emporgetaucht, und hat anfangs aus verschiedenen Inseln bestanden, die sich erst nach und nach vereinigt haben. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich in Fünen, das früher auch in mehrere Inseln zertheilt

(1) Klöden Geographie II. p. 722.

war und auf Möen, besonders aber auch im nördlichen Seeland.

An der preussischen Küste hat Schumann (1) eine fast horizontale sich 15 Fuss über das Kurische Haff erhebende Stufe bei Tolkemit beobachtet, ausserdem alte höhere Dünen, er schliesst daher auch auf Hebung der Küste.

Hagen (2) hat über die an den Pegeln der preussischen Küste gemachten Beobachtungen berichtet, die von 1811 bis 1843 angestellt worden sind. Schumann (3) hat ausserdem noch die Resultate der Beobachtungen der folgenden 20 Jahre mitgetheilt erhalten, und er berechnet aus dem Mittel aller Pegelbeobachtungen eine Hebung der Küste um etwa einen halben Fuss in einem Jahrhundert.

Am nördlichen Eismeere und weissen Meere sind auch Beobachtungen gemacht, die auf Hebungen deuten; die Verfasser der Geology of Russia sagen darüber, dass jetzige Meeresmuscheln 150 Fuss über dem Niveau des Meeres an der Waga-Mündung horizontal auf Absätzen der Permischen Formation liegen, und schliessen daraus, dass die älteren Permischen Schichten erst gehoben, dem Einfluss der Meeresablagerungen entrückt, dann später, nach langer Zeit, von Sand und Schlamen mit postpliocänen Muscheln bedeckt wurden und in ihre gegenwärtige Lage gelangten (4). «Und dennoch waltet trotz allen Oscillationen der vollkommenste Parallelismus

(1) Julius Schumann. Geologische Wanderungen durch Altpreussen. Königsberg 1869. p. 170.

(2) Monatsberichte der Berliner Akademie 1844.

(3) l. c. p. 170.

(4) Geologie des europäischen Russlands von Murchison, Verneuil und Keyserling p. 332.

zwischen den Schichten beider Gruppen». Dessgleichen hat Graf Keyserling arktische Muscheln an vielen Stellen des Petschora-Thales gefunden, und er schliesst daraus, dass das Thal der unteren Petschora früher ein Meerbusen des Eismeers gewesen sei.

Im Gebiete der Nordsee haben die Beobachtungen zu ähnlichen Resultaten geführt, wie die Untersuchungen an den Ufern der Ostsee. Es wird erzählt, dass die Fischer der Norwegischen Scheeren öfter die Erfahrung gemacht haben, dass sie jetzt nicht mehr mit ihren Fahrzeugen zwischen Felsen hindurchschiffen können, mit denen man früher leicht hindurchgerudert ist. Auf der Insel Grasbrook an der Mündung der Elbe hat I. Zimmermann (1) die Beobachtung gemacht, dass das Niveau des Wassers dort während der historischen Zeit um 12 Fuss gefallen ist. In Holland ist die alte ehemals blühende Hansestadt Sterum oder Stavoren (2) ganz verarmt, da der Hafen versandet ist; vor dem Hafen hat sich eine breite Sandbank gebildet. In England treten uns dieselben Erscheinungen entgegen. Aus der Etymologie des Wortes Axholm oder Axelholm weist Isaar Taylor (3) nach, dass diese Halbinsel von Lincolnshire zur Zeit der Celten, Sachsen, Dänen und sogar noch zur Zeit der Engländer eine Insel gewesen ist. An der ganzen Westküste von Gross-Britannien, wo die Muschellager in Nord-Devonschire 120 Fuss Höhe haben, am Severn 5—600, in Caernarvonschire bis 1300 F., in Shropshire 1000 F., am Clyde 40 F., bei Glasgow 350 F., überall ist die Küste gehoben. In den Thälern, ehemals Fjorden,

(1) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1852, S. 193.
(2) Klöden. Geographie II. p. 501.
(3) Saturday review. Vol. 17. 1864. March. 12.

des in ziemlich neuer Periode gehobenen Irlands weit landeinwärts erheben sich die Muschellinien bis zu 200 Fuss Höhe.

Die Küsten von Frankreich machen keine Ausnahme in Bezug auf das, was man beliebt Hebung zu nennen. Sie findet sich im Mündungsgebiet der Loire, rings um die Insel Olonne, an den Kalkriffen bei Marennes, in der Vendée, wo Muschelbänke 30 bis 45 F. über dem mittleren Wasserstande und 9000 Fuss vom Meere landeinwärts liegen (1). Crécy, eine kleine Stadt im Departament der Somme, bei der im Jahre 1346 der schwarze Prinz die Franzosen besiegte, liegt neben öden Dünen. Die weite Ebene war noch im 9. Jahrhundert Meer; eine grosse Lagune oder Mare, genannt Marquenterre, ist nach dem Zurückziehen des Meeres übrig; jetzt ist es ein äusserst reicher Boden (2). Barfleur im Depart. de la Manche hat einen zum Theil versandeten Hafen, in welchem Wilhelm der Eroberer seine Expedition vorbereitete (3). An der Küste der Vendée liegt die Insel Bouin, sonst nur ein Kalkfels, jetzt 7 Lieues im Umfange haltend und mit dem Lande durch eine Chaussée verbunden (4). Bourgneuf im Departement der unteren Loire liegt an einem Golf, der sich allmälig mit Sand und Schlamm füllt, der Hafen hat nur noch bei Springfluthen Wasser (5).

Ich übergehe die Küsten von Portugal, weil hier heftige Erdbeben die Verhältnisse der säkularen Hebung gestört haben müssen. Die Küsten Spaniens bieten wieder

(1) Klöden, Physikalische Geographie p. 197.
(2) Klöden Geographie II. p. 396.
(3) l. c. p. 400.
(4) l. c. p. 407.
(5) l. c. p. 406.

analoge Hebungserscheinungen, wie die im Norden Europa's beobachteten. Bei Gibraltar finden sich Meeresmuscheln in 50, 70, 170, 264 und 600 Fuss Höhe (1). Die ganze westandalusische Küste besteht aus angeschwemmtem Erdreich oder aus Riffstein, jüngstem Meeressandstein und anderen jüngeren Gesteinen (2), was auf höheres Niveau des Meeres in früheren Zeiten hinweist.

An der Südküste Frankreichs hatte Fréjus (Forum Julii) im Alterthum den wichtigsten Hafen Galliens, der doppelt so gross war, wie der von Marseille, und Station der römischen Flotte. Antibes, das alte Antipolis im Departement des Var und Nizza gegenüber, wurde mit Marseille zugleich von Griechen gegründet und war zu Augustus Zeit bedeutend, kann aber jetzt nur kleine Schiffe in seinem Hafen aufnehmen.

Auf der Insel Sardinien findet sich bei Cagliari eine Ablagerung der jetzt im mittelländischen Meere lebenden Muschelarten in einer Höhe von 150 Fuss (3). Als Ancus Marcius Ostia anlegte, war das Meeresufer bei der heutigen Torre di Bovacciana, es trat später 3 Miglien zurück; ein von Trümmern umgebener Halbkreis in der Nähe der verfallenen torre di Bovacciana diente wohl als Ausladeplatz; ein ähnlicher findet sich am anderen Ende der Stadt, der noch heute der Hafen heisst. Dieser wie jener sind ausgefüllt, den eigentlichen Hafen bildete der Ausfluss der Tiber (4). Vier Miglien von Ravenna hatte Augustus einen festen Platz, Classe genannt, nebst Hafen

(1) Klöden. Physikalische Geographie p. 197.
(2) Klöden. Geographie II. p. 42.
(3) Naumann. Lehrbuch der Geognosie. 1. pag. 247. (Diese Hebung ist vielleicht vulkanischer Natur, da sich dort Töpferwaaren mit den Muscheln zusammen gefunden haben.).
(4) Nationalzeitung 21. Mai 1869.

anlegen lassen. Classe wurde 728 vom Longobarden Liutprand zerstört, zu welcher Zeit es noch am Meere lag, jetzt ist die Stelle vier Miglien davon entfernt, so bedeutend ist der Anwachs des Ufers (1). An der Ligurischen Küste sind die Grotten von Mentone, von Ventimiglia, des Vorgebirges Noli Zeugen des früheren höheren Wasserstandes (2).

In Griechenland sind ebenfalls Anzeichen der Hebung vorhanden, wie denn der Engpass der Thermopylen zwischen dem Kallidromos und dem Meere jetzt bedeutend breiter ist als früher. Auch die Inseln des östlichen Mittelmeerbassins, auf denen nicht thätige Vulkane sind, wie Rhodos, Cypern, Malta zeigen an den Küsten Terrassen, die aus Sand und Kalkbildungen neueren Datums zusammengesetzt sind, und im nördlichen Theile von Candia sind Anzeichen vorhanden, dass in der neueren Epoche der Boden sich um mehr als 20 Meter gehoben hat (3).

Es mangelt auch nicht an Beweisen für eine Veränderung der Verhältnisse zwischen Meeresniveau und Land an der kleinasiatischen Küste: die Ruinen von Troja und Ephesus, des alten Smyrna's und Milets entfernen sich immer mehr von der Meeresküste. Interessant ist, was Fraas über das todte Meer sagt (4): «Die Kreideschichten sind in Palästina horizontal. Die Jordanspalte mit ihrer tiefsten Versenkung in der Mitte des todten Meeres hängt mit der Bildung des ganzen Landes so eng zusammen, dass der Gedanke Niemand mehr kommen kann, das todte Meer wäre das Resultat einer späteren vulkanischen Bildung. Das todte Meer war zu allen Zeiten und von

(1) Klöden. Geographie II. p. 242.
(2) Gerolamo Boccardo. Philosophie positive. Revue. Juillet, Août 1869.
(3) l. c. p. 144.
(4) Fraas. Aus dem Orient 1867. p. 73.

Anbeginn ein Sammelbassin der Regenwasser aus der ganzen Gegend. Wenn geologisch etwas festgestellt werden kann, so ist es die Thatsache eines viel höheren Wasserstandes in der Spalte des Jordans und des todten Meeres, einer am Ufer mindestens 100 Meter höher angeschwellten, nach Süden einige Meilen, nach Norden aber bis in die Nähe des Tiberias-Sees weit ausgedehnten Wasserfläche. Längst vergangen sind die Tage, in denen das Wasser so hoch stand.» Auch das Niveau des rothen Meeres muss nach Fraas früher höher gewesen sein (1): Er erzählt, dass man von Sues bis Assuan an der Küste des rothen Meeres ausser den krystallinischen Gesteinen modernen Meereskalkstein und Riffkalke anstehen sieht. «Gleich die Bucht von Sues wird», sagt er, «ehe das miocäne Isthmus-Gestein anfängt, und sich an den Fuss der eocänen Felsen anlagert, von einem jüngsten Tertiär, sogenannten modernen Meeressandstein, begränzt, dessen Felsen 10 bis 12 Fuss über der Fluthmarke liegen.»

Man sieht aus den vorstehenden Citaten und Angaben, dass ganz Europa in allen seinen Theilen und Westasien ihr Verhältniss zum Meeres-Niveau verändert haben; dass änliche Anzeichen auch in anderen Welttheilen vorhanden sind, werden die folgenden Seiten lehren, wenngleich die Beobachtungen nicht in so grosser Anzahl gemacht sind, wie das bei Europa der Fall.

In Nordafrika rücken die Ufer in das Meer vor, die Häfen von Carthago uud Utica sind Theile des Festlandes geworden. Nach Escher von der Linth und Desor ist die Wüste Sahara ein Meer gewesen, das durch Hebung des Bodens um 300 Meter in einer relativ neueren Epoche ausgetrocknet ist. Das Wasser dieses afrikani-

(1) Fraas. Aus dem Orient 1867. pag. 180.

schen Meeres soll nach Escher das Material zur Bildung ungeheurer Gletscher herbeigeführt haben, während der Wüstenwind (Föhn) sie auf das jetzige Maass zurückgeführt hat.

Ueber verschiedene Hebungen in Asien berichtet v. Richthofen (1). Er sagt, dass bei Molmén in Siam das Festland unter den Augen der Bewohner wächst. Zu den Anschwemmungen kommt die fortdauernde Hebung des Landes. In dem Eingang zu einer Höhle, die jetzt 15 Fuss über der Ebene liegt, sind Millionen einer hübschen bunten Neritina durch Tropfsteinmasse zu einem festen Conglomerat verbunden. In einem Artikel über den Gebirgsbau der Nordküste vor Formosa (2) sagt derselbe Verfasser, dass das beschriebene Gebiet aus Trachyten, der Tertiärzeit angehörig, besteht; in einer neueren Periode hat sich dann das Land gesenkt bis zu dem Punkt, bis zu welchem die recenten Bildungen an den Abhängen hinaufreichen (Flusssand, Zerstörungsprodukte der Tuffe und Muschelfragmente), um sich dann wieder um so viel zu heben, als der Abstand dieser Absätze über das Meeresniveau beträgt. Diese langsame Hebung scheint jetzt noch fortzudauern. Zum Theil sind die Sanddünen schon zu flachen Hügeln über das Meeresniveau erhoben, und sie steigen mehr und mehr über dasselbe hervor. Aehnliches sagt v. Richthofen in seinen Bemerkungen über Ceylon (3). «Nothwendig musste sich das Land senken, um das Meer so weit in das Innere des Gebirges herantreten zu lassen, dass unter seinem Spiegel alle jene recenten Bildungen entstehen konnten, wel-

(1) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 14. Band 1862 pag. 367.
(2) l. c. 12. Band 1860. p. 540.
(3) l. c. p. 530.

che über dem jetzigen die Grundlage des gesammten ebenen Landes bis zum Fuss der Gebirge bilden. Die Zeit der tiefsten Versenkung muss einer verhältnissmässig sehr jugendlichen Periode angehören, da in allen Schichten nur Reste der gegenwärtigen Fauna vorhanden sind. Dass die Hebung in der jüngsten Zeit, wenn auch selbst für Jahrhunderte unmerklich, noch stattfindet, dafür spricht z. B. die Auffindung eines grossen eisernen Ankers bei Jaffna. Wie langsam die Hebung geschehen ist, kann man daraus entnehmen, dass das Flachland nur unbedeutend über die Meeresfläche gehoben ist, und doch die Zeichen einer uralten Bevölkerung von Pflanzen, Thieren und Menschen trägt».

Dass die Wässer in der kaspo-aralischen Depression sich vermindert haben, ist längst nachgewiesen, und das sehr allmälige Zurückweichen des kaspischen Meeres beweisen ausserdem die Muscheln, welche die kaspischen Steppen bedecken und die heute noch im Caspischen Meere leben. Bei den Anwohnern des nördlichen Eismeeres in Sibirien herrscht der Glaube, dass das Wasser sich zurückziehe; innerhalb des Landes, bis zu 7 Meilen vom Meere, lässt sich ein alter erhöhter Uferrand, durch Treibholz bezeichnet, verfolgen (1). Auf Spitzbergen sind ebenfalls viele Anzeichen der Hebung bemerkt. Nord- und Südasien werden durch das Tarim-becken und Scha—mo und Gobi getrennt; ein Theil dieser Wüsten wird von den Chinesen Han—Hai oder trockenes Meer genannt und wird auch von den Chinesen als alter Meeresgrund betrachtet. Die Salzseen in der tiefsten Einsenkung, dem Sandfluss der Chinesen sind nach von Humboldt Reste des alten Meeres. Im Westen deuten einige

(1) Klöden. Geographie III. p. 33.

Seen wie Balkasch und Issikul möglicher Weise auf die frühere Vereinigung mit dem Aralo—kaspischen Becken. Als ein vor nicht langer Zeit vom Meere verlassener Ort ist ferner die Iranische Wüste Lut oder die Wüste von Kirman zu bezeichnen, die sich nur 500 Fuss über das Meeresniveau erhebt; dann die grosse Salzwüste oder Deschti — Kuwir; der salzhaltige Lehm der Ebene von Jesd deutet ebenfalls auf ehemaligen Meeresboden.

Eine Aenderung der gegenseitigen Höhenverhältnisse des Meeres und des Landes ist auch in Amerika bemerkt worden. Die Küsten von Tejas heben sich zusehends, und in der Bai von Matagorda hat man beobachtet, dass der Boden sich 30 bis 60 Centimeter im Verlaufe von 18 Jahren gehoben hat. Die Korallenbänke bei der Halbinsel Florida erheben sich ebenfalls mehr und mehr über die Oberfläche des Meeres (1). Bei Quebeck befinden sich Ablagerungen aus der postpliocänen Zeit in der Höhe von 50 bis 200 Fuss, bei Montreal gehen sie bis 460 Fuss über über das Niveau des atlantischen Oceans, wobei zu beachten ist, dass eine grosse Zahl der Amerikanischen Muschelarten identisch mit den europäischen arktischen Muscheln ist (2). Neufundland ist in der Hebung begriffen. Patagonien soll nach Darwin ein Land sein, das in Absätzen terrassenförmig gehoben worden ist (3). Darwin erklärt diese Erscheinung durch Perioden der hebenden Thätigkeit und Perioden der Ruhe. Jede Terrasse bezeichnet also eine Hebung mit darauf folgender Ruhe, während letzterer bearbeitete das Meer die Trümmergesteine, welche das Land bedecken. Die Salzseen der Pampas

(1) Boccardo. Mobilité de la surface terrestre.
(2) Geologie von Russland von Murchison, Verneuil und Keyserling p. 349.
(3) Darwin's naturwissenschaftliche Reisen 1. Th. p. 199.

in der Argentinischen Republik deuten auch auf die frühere Anwesenheit von Meereswasser auf diesen Ebenen. Auf Vandiemensland (Tasmania) bemerkte Darwin ebenfalls Spuren der Hebuug.

Aus Allem geht hervor, dass die sogenannten säkularen Hebungen eine ganz allgemeine Erscheinung auf unserem Erdballe sind, und dass sie nur desshalb nicht aller Orten beobachtet sind, weil die Küsten nicht überall die zur Beobachtung günstigen Bedingungen bieten, und weil es in den aussereuropäischen Welttheilen bisher an Beobachtern gemangelt hat.

2. *Die Senkung des festen Landes.*

Gegen das Sinken des Baltischen Meeres, das von Celsius vorausgesetzt wurde, bringt Lyell (1) den Einwurf, dass die Insel Saltholm bei Kopenhagen schon 1280 alljährlich vom Meere unter Wasser gesetzt sei, wie sie es jetzt noch werde und der niedrigste Theil der Stadt Danzig soll nach ihm im Jahre 1000 nicht höher gewesen sein, als jetzt. Schwedische Naturforscher, welche schon zur Zeit des Celsius an dem Sinken des Meeres zweifelten, wiesen darauf hin, dass an der Küste von Finnland dicht am Ufer des Meeres Bäume wuchsen, welche den Jahresringen nach ein Alter von 400 Jahren haben mussten. Wenn diese Bäume aber schon vor 400 Jahren an dieser Stelle gewachsen sind, so müssten sie unter dem Wasser gekeimt und lange unter Wasser gestanden haben, da nach Celsius die Senkung während dieses Zeitraums 15 Fuss betrage. Ich habe schon erwähnt, dass Schumann (2) aus einer sich über das Kurische Haff erhebenden Stufe

(1) Principles 9 th. edition p. 171.
(2) Geologische Wanderungen durch Altpreussen 1869. p. 160.

bei Tolkemit auf Hebung der Küste schloss. Er schliesst aber auch auf Senkung, da sich eine ähnliche Stufe auch unter dem Niveau des Meeres befindet, sowohl an dem Ufer des frischen wie des Kurischen Haffs. Bei Petersort am frischen Haff nämlich senkt sich der Haffgrund erst auf vier Fuss Tiefe und in einer Entfernung von etwa 1200 Schritt vom Lande plötzlich auf 9 Fuss. Die tieferen unterseeischen Wälder, die sich an der Preussischen Küste befinden, werden von Schumann auf dieselbe Weise gedeutet. Ferner führt derselbe Verfasser als einen Beweis der Senkung des Bodens ein submarines Moor an, welches man bei Husum während der Arbeiten zur Verbesserung des Hafens entdeckte. Man fand nämlich dort mitten in einem von Moore überwachsenen Birkenwalde einen Hügel von der Form der gewöhnlichen Hünengräber, bei dessen Durchgrabung Feuersteinwaffen gefunden wurden, und dessen Gipfel mehrere Fuss unter der täglichen Flusshöhe lag. Viel Gewicht wird ferner auf den Umstand gelegt, dass Nilsson (1) bei Trelleborg den Abstand eines grossen Steines von dem Rande des Meeres im Jahre 1836 um 380 Fuss kleiner fand, als ihn Linné 87 Jahr früher bestimmt hatte; das Steinpflaster in Trelleborg liegt jetzt so niedrig, dass es bei hohem Wasser überschwemmt wird, und unter ihm hat man in drei Fuss Tiefe ein anderes Strassenpflaster gefunden; in Malmöe, wo die Strasse gleichfalls manchmal unter Wasser gesetzt wird, fand sich ein zweites Pflaster sogar in 8 Fuss Tiefe. Ausserdem finden sich an der Küste Torfschichten zwei Fuss unter dem Meeresspiegel. Submarine Wälder finden sich an der Küste von Norfolk und Lincolnshire, nach Phillips an den Küsten von York-

(1) Naumann. Lehrbuch der Geognosie I. p. 239.

shire. An der Küste von Frankreich sind diese unterseeischen Wälder auch beobachtet worden, so bei Morlaix, Beauport und Cancale. Diese Wälder sollen im 8-ten Jahrhundert plötzlich versunken sein. In Dalmatien deuten viele Punkte der Küste auf ein in historischen Zeiten erfolgtes Sinken der Meeresküste hin (1). An den nördlichen Küsten des Adriatischen Meeres sind ebenfalls Senkungen beobachtet worden. Schon vor drei Jahrhunderten hat Angiolo Eremitano (2) die Meinung ausgesprochen, dass die Inseln Venedigs sich um ungefähr einen Fuss im Jahrhundert senken, was aus dem übereinanderliegenden Pflaster der Strassen geschlossen wird. Mehrere römische Bauten auf der St. Georgs-Insel befinden sich jetzt unterhalb des Wasserspiegels der Lagunen. In Bezug auf Ravenna behauptete Manfredi im Jahre 1731 auch, dass eine Senkung stattfände, aber er schrieb dieselbe einer Hebung des Adriatischen Meeres zu.

Fraas (3) spricht von der sinkenden Meeresküste Nordägyptens, und Klöden sagt, dass im Nildelta das Kulturland wesentlich dadurch gemindert sei, das sich das Ufer des Mittelmeers gesenkt hat und die Seen und Salzsümpfe desselben an Ausdehnung gewonnen haben, während zugleich ein grosser Theil des nördlich vom Golf von Sues gelegenen Landes sich gehoben hat. Andererseits bemerkt Klöden, dass das Kulturland Aegyptens fast überall von gleicher Beschaffenheit ist, nur näher am Flusse reicher an Sand, näher am Mittelmeer etwas salzhaltig; letzteres beweist nach Klöden, dass das Meer auch hier früher einen höheren Stand eingenommen habe.

(1) Poggendorf's Annalen Bd. 43. p. 361.
(2) Boccardo. Mobilité de la surface terrestre p. 144.
(3) Fraas. Aus dem Orient p. 178.

An der Westküste Grönlands findet man 120 Meilen weit vom Igualiko - Firth bis zur Disko - Bai längs der Küste Ruinen alter Bauwerke, welche jetzt das Meer bedeckt, sogar die von einem 1776 gegründeten Hause zu Julianehaab. Zu Lichtenfels sind die Herrenhuter zweimal genöthigt gewesen, die Pfähle zur Befestigung der Umiaks oder Weiberboote weiter nach dem Inneren zurückzustecken.

Endlich hat 1831 Lyell die Meinung ausgesprochen, dass der Meeresboden des stillen Oceans sich im Zustande einer säkularen Senkung befinde, indem er hierin die einzige Erklärung für die eigenthümliche Erscheinung der zahlreichen Koralleninseln fand. Darwin bildete später diese Senkungstheorie weiter aus, indem er eine Hebung vorhergehen liess, und Dana schloss sich der Hauptsache nach später den Ansichten der beiden genannten Naturforscher an.

Abgesehen von der zuletzt erwähnten hypothetischen Senkung des stillen Oceans ist also im Ganzen die Erscheinung der sogenannten säkularen Senkungen eine sehr viel seltenere als die der säkularen Hebungen. Es ist nicht eine Erscheinung von so allgemeiner Natur, und während wir anzunehmen gezwungen sind, dass alle Festländer und Inseln sich über das Meer entweder ruckweis, oder allmälig wirklich oder scheinbar erhoben haben, ist die Erscheinung der Senkung nur auf wenige Punkte des Erdballs beschränkt.

3. *Erörterung der verschiedenen Ansichten.*

Ich habe im Vorhergehenden eine Anzahl der wichtigsten und wesentlichsten Erscheinungen zusammenge-

stellt, von verschiedenen Forschern beobachtet, ohne näher auf die Erklärung dieser Erscheinungen, auf die Meinungen der Beobachter über das Gesehene einzugehen. Bei einer Wissenschaft, welche, wie die Geologie, noch zum Theil auf hypothetischen Grundlagen ruht, erlauben die Erscheinungen eine sehr verschiedene Interpretation, die Gesichtspunkte können ganz verschiedene sein, und eine vorsichtige Prüfung der beobachteten Thatsachen scheint desshalb das erste Erforderniss. Nicht immer ist diese Prüfung möglich, und wir müssen uns meist mit den Angaben glaubwürdiger Zeugen begnügen; dann wird es aber um so nothwendiger die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit und die Begründung und Ursache der beobachteten Thatsache näher in's Auge zu fassen. Letzteres ist namentlich in der Frage über die säkularen Oscillationen der Erdoberfläche geboten.

Humboldt, der zusammen mit Buch vielleicht am meisten dazu beigetragen hat, der Lehre von den Oscillationen Eingang zu verschaffen, drückt sich über säkulare Hebung und Senkung doch im Allgemeinen sehr vorsichtig aus. Er sagt darüber Folgendes (1): Ueber den Causalzusammenhang der grossen Begebenheiten der Länderbildung ist wenig empirisch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: dass die wirkende Ursache unterirdisch ist und dass die jetzige Länderform nicht auf einmal entstanden, sondern von der Epoche der silurischen Formation bis zu den Tertiärschichten nach manchen oscillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens sich allmälig vergrössert hat und aus einzelnen kleinen Continenten zusammengeschmolzen ist.» Er unterscheidet überhaupt eine unterirdische Kraftäusserung, deren Maass und

(1) Kosmos I. Bd. p. 311.

Richtung wir zufällig nennen, und die auf der Oberfläche wirkenden Potenzen, unter denen vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, Entstehung von Bergketten und Meeresströmungen die Hauptrolle gespielt haben. Das periodisch unregelmässig wechselnde Fallen des Caspischen Meeres schreibt er sanften und fortschreitenden Oscillationen zu, welche in der Vorzeit, als die Dicke der schon erkalteten Erdrinde geringer war, sehr allgemein gewesen sind (1). Das schwankende Niveau des Caspischen Meeres kann aber auch unregelmässigem Zufluss von Wasser zugeschrieben werden. Ebenso können Hebungen im Caucasus Senkungen im südlichen Theile des Caspischen Meeres veranlasst haben. Die eine Annahme hat nicht mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die andere. Humboldt spricht ferner die Ansicht aus, dass das Steigen des Festen das Sinken des Flüssigen bedinge, aber er fügt hinzu, dass es an Beweisen fehle für eine reelle fortdauernde Ab- und Zunahme des Meeres (2). Ich werde mich bemühen, die Beweise für die Abnahme weiter unten beizubringen. Humboldt ist ferner der Ansicht, dass da, wo ein Erhebungsgebiet an ein Senkungsgebiet gränzt, das Wasser durch mächtige, tief eindringende Spalten und Klüfte einsinkt. Seit den von Daubrée angestellten Versuchen über das Eindringen von Wasser in erwärmtes Gestein hat man nicht mehr nöthig seine Zuflucht zu mächtigen Spalten zu nehmen, sondern man darf voraussetzen, dass das Wasser durch Haarspalten in die Tiefe niedergehe, denn undurchdringliche Schichten halten es nicht überall zurück (3).

---

(1) Kosmos Bd. 1. p. 314.
(2) Kosmos I. 316.
(3) Daubrée. Bullet. de la société géologique 1861. p. 193—202.

Ich habe desshalb auch schon früher die Ansicht ausgesprochen, dass das Wasser nach Maassgabe der Abkühlung des Erdkörpers oder was dasselbe ist, nach Maassgabe der Verdickung der Erdrinde tiefer in die Gesteinsmasse eindringen, und somit das Niveau des Erdoceans fallen müsse (1).

Lyell sagt in seiner Geologie (2), «dass es unmöglich war, eine befriedigende Hypothese aufzufinden, durch welche sich das Verschwinden einer so ungeheueren über die ganze Erde verbreiteten Wassermasse erklären liesse, da man genöthigt wäre, zu folgern, dass der Ocean einst bis zu dieser Höhe gereicht haben müsse, bis zu welcher man Meeresmuscheln findet». Aber dagegen ist zu erinnern, dass Niemand wird bestreiten wollen, dass viele sedimentäre Gebirgsmassen wirklich durch plutonishe Kräfte gehoben sind, das geht ja aus ihrer jetzigen nicht mehr horizontalen Lagerung, aus den gebrochenen und aufgerichteten Schichten zur Genüge hervor. Aber kann nicht trotz der verschiedensten Hebungen der Festländer und des Meeresbodens dennoch eine Verminderung des Wassers auf der Erdoberfläche stattgefunden haben? Kann es nicht Verbindungen mit anderen Körpern eingegangen, und auf solche Weise dem allgemeinen Wasserkreislaufe entrückt sein? Wir wissen, dass sich um die Pole ungeheuere Eismassen aufgehäuft haben, von denen allgemein angenommen wird, dass sie in früheren Perioden nicht existirt haben; sie haben jedenfalls dem grossen Erdoceane eine Menge Wasser entzogen, welches für immer aus der Circulation getreten ist, denn es ist

(1) Brief an Bronn. Jahrbuch der Miner. 1861. p. 835 und Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1863. Das Urmeer Russlands.
(2) Geologie übersetzt von Cotta 1857. p. 61.

ewiges Eis. Die höchsten Gebirge der Erde, die Alpen, der Caucasus, der Himalajah, die Anden sind erst zur Zeit der sekundären und tertiären Perioden zu der Höhe gehoben worden, die sie jetzt haben, also auf ihren Gipfeln und Kämmen hat sich erst in relativ später Zeit der ewige Schnee, das ewige Eis der Gletscher sammeln können, von dem sie heut bedeckt sind. Und dieser Firn, dieses Gletschereis stammt aus dem Meere, es ist dem Ocean entzogen, es ist ihm auf immer entzogen, und es ist nicht schwer einzusehen, dass die Bildung des Polareises, des ewigen Schnees und der Gletscher der Berge eine Abnahme des in Circulation befindlichen Wassers haben musste. Aber das ist noch nicht Alles, und es ist nicht die Hauptsache, denn das Wasser, welches chemische Verbindungen mit mineralischen Körpern einging, und auf diese Weise aus dem Kreislaufe schied, ist seiner Menge nach viel mehr in die Waage fallend, als das für immer zu Eis und Schnee umgewandelte Wasser. Alle Sedimentgesteine der Erde verdanken ihre Entstehung der Zersetzung plutonischer Gesteine, und einer der Hauptbestandtheile der Sedimente ist nächst Kieselsäure Thon, der sich aus den Feldspathen unter Aufnahme von Wasser ausgeschieden hat. Ein grosser Theil aller Schichten, die sich im Laufe aller Zeiten aus dem Meere niedergeschlagen haben, besteht aus Thon, Thonschiefer, Alaunschiefer, bituminösem Schiefer und alle diese Gesteine enthalten Wasser, was chemisch gebunden ist, was der Circulation des Wassers entzogen ist. Thonig ist all' das Land, was von den Völkern der Erde bebaut wird in allen Welttheilen, und wenn wir uns erinnern, dass Thon 13 bis 16 Prozent Wasser enthält, so ist die Masse des Wassers nicht gering anzuschlagen, die durch diesen chemischen Process Eigen-

thum des Festlandes geworden ist. Und Thon ist nicht der einzige Körper, durch welchen dem Ocean Wasser entzogen ist; da ist die amorphe wasserhaltige Kieselsäure, die wasserhaltigen Salze wie Bittersalz, Alaun und andere, da ist Gyps, der in bedeutenden Lagern in den Sedimenten eingeschlossen ist, da sind die Metallsalze wie Malachit, Vivianit und die Vitriole, da sind die Hydrate der Metalloxyde wie Brauneisenstein und Raseneisenerz, da sind endlich Talk, Serpentin, Pechstein, Chlorit, Grünerde und Glaukonit, die zu Bergen aufgethürmt und alle wasserhaltig sind. Keins von diesen Mineralien hat existirt, als sich die Erde in feurigem Flusse befand, alle können sie sich erst gebildet haben, nachdem die Erde so weit abgekühlt war, dass sich die Wasserdämpfe niedergeschlagen, der Ocean die Erdrinde bedeckt hat; denn woher hätten sie das Wasser vorher nehmen sollen, da doch Wasserdampf die glühenden Steinmassen flieht?

Alles Wasser daher, welches in den mineralischen Körpern enthalten, ist dem grossen Wasserbecken entnommen, welches wir Ocean nennen, und dass dieses Becken nicht mehr so gefüllt bleiben konnte, nachdem es mit den Stoff geliefert hatte zu so viel neuen Verbindungen, liegt auf der Hand. Granit ist die älteste und verbreitetste eruptive Gebirgsart, seine Bestandtheile Feldspath und Glimmer konnten sich nur unter Mitwirkung von Wasser zersetzen, und dieses Wasser war Wasser der Atmosphäre oder, da ja alles Wasser der Atmosphäre zum Ocean zurückkehrt, Wasser des Oceans.

Es ist indessen gar nicht unwahrscheinlich, dass das Wasser selbst an allen Hebungserscheinungen der Erdrinde thätigen Antheil genommen hat, wie es auch bei der Thätigkeit der heutigen Vulkane eine Hauptrolle zu

spielen scheint, denn, wie Humboldt sagt, sind häufig die dem Meeresufer näheren Vulkanreihen die thätigsten (1). Ueberdiess ist von Daubrée (2) und Anderen erwiesen worden, dass alle Erscheinungen des Metamorphismus nur durch die Wirkung erhitzter Wasserdämpfe erklärt werden können. Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, dass jede Hebung einen Theil Wasser zurückhielt, wenn dieses Wasser den gehobenen Massen auch erst durch die Atmosphäre zugeführt wäre. Denn alles Gestein enthält Wasser, das mechanisch die ganze Masse durchdringt, jedes frisch vom Fels abgeschlagene Stück ist feucht. Alle Gebirgsarten enthalten also ausser dem möglicher Weise chemisch gebundenem noch Wasser, das zum grössten Theil ebenfalls der allgemeinen Circulation entzogen ist.

Dem Ocean ist also Wasser entzogen durch das Polareis, durch die Gletscher und den ewigen Schnee der hohen Gebirge, durch das in den Gebirgsarten chemisch gebundene und durch das innerhalb aller Gesteinsmassen mechanisch vertheilte Wasser. Sind das nicht Factoren genug, um das Sinken des Niveaus des Oceans zu bewirken? und doch sind wir noch nicht zu Ende mit den Mitteln, welche der Natur zu Gebote standen, das Wasser des grossen Meeresbeckens auf das feste Land zu übertragen.

Nachdem die Sedimente der silurischen, devonischen und Bergkalkformationen in hinreichenden Flächenräumen über das Niveau des Meeres getreten waren, entstand auf den dadurch gebildeten flachen Continenten eine üp-

(1) Kosmos IV. p. 453.
(2) Mémoires de l'Académie des sciences 1860. t. XVII.

pige Vegetation, und da das Gewebe aller Pflanzen eine grosse Menge Wasser zum Bestehen nöthig hat, so wurde durch den Pflanzenwuchs, der, wie es den Anschein hat, sich rasch verbreitete, wiederum Wasser aus dem Kreislaufe genommen. Die Pflanzen der Steinkohlenperiode gingen unter, aber es entstand eine neue Vegetation, und sie hat bis auf den heutigen Tag bestanden, sich immer mehr ausdehnend, an Masse zunehmend, zunehmend nach Maassgabe der Vergrösserung der Continente, die eben auch dadurch wuchsen, dass den Pflanzen immer mehr Wasser zugeführt wurde. Wie die Gesteinsmassen nicht allein chemisch gebundenes Wasser enthalten, sondern es ebenfalls mechanisch in sich einschliessen, so auch die Wälder vergangener und unserer Zeiten, denn sie enthalten nicht allein das Wasser in Form von Zellen und Zellsaft (1), sondern sie bilden durch ihr Laubdach ein Wasserbehältniss, welches so lange erhalten bleibt, durch die Blätter so lange gegen Verdampfung geschützt ist, als der Wald existirt. Das Wasser für dieses Behältniss aber wird geschöpft im Ocean.

Nachdem die Erde sich mit einem Vegetations - Teppich bedeckt hatte, erschienen auch die Völker der Thierwelt. Man wird nicht behaupten wollen, dass zum Aufbau des Thierkörpers nicht Wasser nöthig gewesen wäre, natürlich wurde nach dem Untergange einer Generation das Wasser, was der Thierkörper enthielt, der Atmosphäre und somit dem Ocean zurückgegeben, aber doch nur, um wieder Eigenthum einer neuen Thierwelt zu werden, die sich vergrösserte und vermehrte. Man wird mir vielleicht einwenden, dass dieser Factor zu geringfügig sei und nicht

(1) Frisch gefälltes Holz enthält zwischen 40 und 50 Prozent Wasser. Knapp. Lehrbuch der chemischen Technologie. I. p. 7.

in Anschlag zu bringen bei einer so grossartigen Erscheinung, wie das Sinken des Oceans ist, aber es handelt sich hier nicht um ein vereinzeltes Moment, sondern um die Gesammtwirkung vieler, und da möchte ich selbst nicht die Entstehung des Menschengeschlechts ausser Rechnung lassen, denn da ein ausgewachsener Mensch 25 Pfund Blut hat, die 20 Pfund Wasser enthalten, so hat der Ocean für das Menschenblut allein 20 Billionen Pfund Wasser hergeben müssen, was eine nicht zu verachtende Grösse ist (1).

Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, dass das Niveau des Oceans von Anfang an und im Verlaufe aller Zeiten nothwendig hat fallen müssen. Ein Blick auf jede beliebige geologische Karte lässt auch den Verlauf der sinkenden Bewegung des Weltmeers auf's Deutlichste erkennen. In dem Bassin von Paris bilden die Absätze des Lias den äussersten und höchsten Kreis, dann folgt nach innen zu und tiefer mittlerer und oberer Jura, hierauf die Bildungen der Kreide, und die Mitte und tiefste Stelle des Beckens füllen die tertiären Sedimente aus, über denen dann als spätere Erzeugnisse Süsswasserbildungen lagern. In Russland beginnen die ältesten Sedimente im Westen und die mittleren und neueren ziehen in fast regelmässiger Folge nach Südwesten, so dass die jüngsten Bildungen an der tiefsten Stelle des Beckens das Caspische Meer umgeben, dessen fast unveränderte Fauna sie in sich schliessen. Ebenso umziehen die tertiären Bildungen, von der Nummulitenformation anfangend, das mittelländische Meer, auch so, dass die Sedimente der eocänen Formation die höchste Terrasse einnehmen, die miocänen

(1) Ochsenfleisch enthält 74 Prozent Wasser. Knapp. Lehrb. der chem. Technologie. II. p. 44.

die tiefere und die pliocänen allmälig in die Strandbildungen übergehen. In England befindet sich auf der Wasserscheide zwischen Tweed und Tyne Silurisch, hierauf folgt dem Laufe des Tyne nach Südosten Devonisch, Bergkalk und an der tiefsten Stelle an der Küste südlich von Newcastle tritt Permisch (1) auf. Auf der anderen Seite kann man die stufenweise Entwickelung des Keuper, Jura, der Kreide, des Tertiär von den Quellen des Avon bis zur Mündung der Themse verfolgen. Ueberall die regelmässige Reihenfolge der Absätze, wie sie bei dem allmäligen Zurücktreten des Wassers sich bilden müsste.

Lyell sagt in seiner Geologie, dass er desshalb glaube, der Hebungstheorie den Vorzug geben zu müssen, weil die Hebung die jetzige hohe Stellung, sowohl der horizontalen, wie der geneigten und gebrochenen Schichten erkläre. Aber die ungestörte Horizontalität der Schichten stimmt ebenso gut zu dem allmäligen Rückzuge des Meeres, und es muss doch ein Grund vorhanden sein, warum die einen Schichten bei der Hebung gebrochen, die anderen aber in ungestörter Lage gehoben worden sind, wobei das Auffallendste, dass relativ schmale Streifen von Terrain bei der Hebung einen Bruch erlitten, während ungeheure Flächen, aus lockerem und mürbem Gestein bestehend, gehoben worden sein sollen, ohne die mindeste Störung ihrer ursprünglichen Lagerung zu zeigen, wie das im Europäischen Russland, in Nordamerika, in den Laplatastaaten u. a. a. O. zu sehen ist. Die Vertheidiger der Hebungstheorie sagen uns nicht, welche Kräfte es

(1) An der Küste von Northumberland sind die späteren Sedimente aus der nachpermischen Zeit vielleicht von der Meeresfluth weggeschwemmt, oder gar nicht zum Absatz gekommen, wie auch die tertiären Sedimente bei Dover nicht haben zum Absatz kommen können.

sind, welche die säkularen Hebungen bewirken. Ist das die Wirkung einer unterirdischen chemischen Thätigkeit? Dürfen wir annehmen, dass auf eine Erstreckung von Hunderten von Meilen die mineralischen Körper unter der Erdrinde in so regelmässiger Vertheilung vorhanden wären, dass ihre chemische Verbindung eine so gleichmässige Erhebung bewirkte, wie wir sie an einem grossen Theil der Festländer wahrnehmen? Wir sehen dem nichts Analoges in der Natur, denn wo die plutonischen und vulkanischen Hebungen augenfällig sind, sind die gleichartigen Massen in Zeit und Raum beschränkt, wie denn die hebenden Gesteine des Urals im Süden von anderer Beschaffenheit sind als in der Mitte des Gebirges, und im Norden anders, als südlich davon; und in den Alpen wechseln, wie bekannt, die verschiedensten Gesteine, wie Protogyn, Gneiss, Granit, Syenit, Diorit u. s. w. miteinander, die in verschiedenen Perioden hervorgebrochen sind, und verschieden grosse Räume bedeckt haben. Es kann daher zugegeben werden, dass auf beschränkten Räumen gehobene Schichten ihre Horizontalität beibehalten, wie z. B. die horizontalen Schichten des 3500 Fuss hohen Tafelbergs am Cap der guten Hoffnung (und auch dies ist noch zweifelhaft), aber für weiche Sedimente, welche halbe Welttheile bedecken, ist eine Hebung, welche nicht verändernd auf die ursprüngliche Lagerung wirkte, äusserst unwahrscheinlich. Lyell sagt ferner (1), dass Alles für eine Hebung spreche, da kein Beispiel der menschlichen Erfahrung vorliege, dass sich das Meer an irgend einer Stelle gesenkt habe, und der Ocean könne überhaupt nicht an einer Stelle sinken, ohne dass sich sein Niveau auf der ganzen Oberfläche ändert. Gewiss wird Niemand gegen die letzte

(1) Geologie p. 62.

Aufstellung etwas einzuwenden haben, aber eben desshalb entzieht sich auch das Sinken des Meeres der unmittelbaren Beobachtuug, so wie sich die allmälige Hebung der Küsten der unmittelbaren Beobachtnng entzieht, und die Schlüsse, die wir aus der Höhe der Muschellinien ziehen, können mit gleichem Rechte für die Senkung des Meeres, wie für die Hebung der Continente geltend gemacht werden.

Darwin, der in seinen geologischen Ansichten sich immer, wie er selbst zugiebt (1), von Lyell hat leiten lassen, scheint die Terrassen der Pampas der Argentinischen Republik und Patagoniens mit den vulkanischen Bewegungen der Anden in Verbindung zu bringen, wenigstens findet er, dass die stossweisen Hebungen der chilenischen Küstengebirge analog der ruckweisen Hebung der Stufen der patagonischen Terrassen seien. Nach seiner Beschreibung zeigen die Durchschnitte an der Küste zu unterst einen weichen Sandstein mit Versteinerungen, darüber eine weiche zerreibliche Erde, und zu oberst ein dickes Kieslager. Dass die in den Cordilleren wirkenden hebenden Kräfte ihre Wirkung auf die angrenzenden weiten Ebenen sollten erstreckt haben, ist mehr als zweifelhaft, da nach der Erfahrung die vulkanischen Hebungen sich immer auf kleinere Räume beschränken. Und dass so weiche Schichten, wie die von Darwin beschriebenen bei senkrecht wirkenden ruckweisen sieben bis achtmal wiederholten Stössen nicht ihren Zusammenhang verloren haben sollten, ist gar nicht glaublich. Es scheint hier im Gegentheil eins der guten Beispiele für den allmäligen Rückzug des Meeres vorzuliegen. Das Meer hat durch seine Brandung augenschein-

(1) Naturwissenschaftliche Reisen. 1844. I. p. 198. und II. p. 251.

456207

lich die oberen Schichten so lange ausgewaschen, bis durch die aus den oberen Schichten stammenden Anhäufungen von Kiesgeröllen der Zerstörung Einhalt gethan wurde, bei weiterem Rückzug wurde der Process wiederholt und er währt vielleicht heut noch fort, denn der Meeresboden dacht sich an der Ostküste Südamerika's sehr allmälich ab.

Ueberhaupt zerstört das Meer immer znm Theil das, was es selbst aufgebaut, und was man Senkung der Küsten nennt, möchte wohl im Allgemeinen auf diese abnagende und unterwaschende Wirkung zurückgeführt werden können. Eine auflösende Wirkung muss das Meer jedenfalls da üben, wo die Küste aus Kalk, Kalkmergel und aus Sandstein besteht, der durch Kalk cämentirt ist. Das ist der Fall in Unterägypten bei Alexandria, nächstdem sinkt der Boden des Nildeltas, was ganz natürlich ist, da der lockere Schlamm nach und nach austrocknet und sich zusammenzieht, sich setzt, wie man zu sagen pflegt, und diese Zusammenziehung findet so lange statt, bis der Schlamm zu dichtem Gestein geworden ist. Dass er dann aber weniger Volumen einnimmt, als der lockere Schlamm, versteht sich von selbst. Dass die Senkung der Nordküste von Aegypten nur ein örtliches Phänomen ist, geht schon daraus hervor, dass die Landenge von Suës in der nächsten Nähe in der Hebung begriffen ist, und dass überdiess sämmtliche Küsten des Mittelländischen Meeres sich heben; denn dass die dalmatische Küste sich senkt, ist wieder nur eine örtliche Erscheinung, die in dem leichtlöslichen Gesteine ihre Erklärung findet, eine Erklärung, die auch auf die Senkung der Halbinsel Schonen zur Anwendung kommen dürfte und vielleicht auch

auf Westgrönland (¹). Die venetianischen Inseln aber befinden sich in dem Falle der zusammensinkenden Deltabildungen. Dass sich an verschiedenen Küsten unterseeische Wälder finden, kann doch wahrlich nicht Wunder nehmen, wenn wir die zerstörenden Wirkungen an Kalkfelsen wahrnehmen. Wenn das Meer im Stande war, steile Ufer von mehreren hundert Fuss Höhe auszuwaschen, so musste es ihm noch leichter werden, lockeres Erdreich zu unterwühlen, und es mit der Vegetation, die es bedeckte, zum Sturz zu bringen. Man kann solche Unterwaschungen sogar an Flussufern beobachten, wo das Erdreich so herabrutscht, dass die Bäume in senkrechter Stellung auf ihm stehen bleiben. Ist das Meer am Strande hinreichend tief, so werden auch die Bäume der Wirkung der Brandung entzogen, und der ganze Wald kann später von Meeressedimenten bedeckt werden, wie das an der Küste von England beobachtet ist. Die unterseeischen Wälder der preussischen Küste stammen ohne Zweifel von dem Treibholz der Ströme her oder wie der Bernstein von dem miocänen Holz der zerstörten Ufer. Das p. 24. erwähnte Husumer Moor mag ebenfalls durch Unterwaschen unter das Wasser gesunken sein; auch ist ein Herabrutschen denkbar, wenn thonige Unterlage mit lockerem Gestein wechselte.

Wenn Prof. Hébert eine Senkungszone annimmt, welche durch die Ebenen des nördlichen Europas repräsentirt

(¹) Bei Grönland ist jedenfalls die Ursache local, denn wenn sie allgemein wäre, so würde sich das Ostufer der Halbinsel auch senken. Ein Oscilliren von ganz Grönland anzunehmen, erscheint noch weniger zulässig als das Schwanken Schwedens, da die Entfernung von der gehobenen Küste zu der gesunkenen bei Grönland noch geringer ist als bei Schweden, und ein Schaukeln auf dem flüssigen Erdkern nicht gedacht werden kann ohne Unterbrechung des Zusammenhanges der festen Erdrinde.

wird, so widerspricht diese Hypothese der Erfahrung, da, wie ich oben angeführt, die Küste von Preussen, Dänemark, die Nordseeküste und Holland in der Hebung begriffen sind (1). Alle Küsten, welche das baltische Meer umgeben, heben sich, die Inseln Oesel, Gothland, Bornholm heben sich, warum soll sich da nicht der Boden des baltischen Meeres auch heben? welche Gründe halten uns ab, dies auch anzunehmen? keiner! Also das Gefäss hebt sich mit dem darin befindlichen Wasser!? Alle Küsten des Mittelländischen Meeres heben sich, desgleichen die Inseln, sollte sich sein Boden nicht auch heben? Wenn alle Länder der Erde sich heben, so muss die Ursache eine allgemeine sein, ist sie aber eine allgemeine, so kann der Boden der Meere, der ja auch eine integrirender Theil der Erdrinde ist, nicht von dieser allgemeinen Bewegung ausgeschlossen sein. Aber die vermeintliche säkulare Hebung ist keine allgemeine Bewegung des festen Landes in der Richtung nach oben, sondern eine Bewegung des flüssigen Elementes in der Richtung nach unten.

Der mehrfach erwähnte Boccardo vergleicht (2) die skandinavische Halbinsel mit einem Hebel oder Wagebalken, dessen eine Ende sich hebt, während das andere sich senkt. «Diese Bewegung ist», sagt er, «nicht gleichförmig, bald langsamer, bald beschleunigter, wie es klar die Ungleichheit der Dicke der Schichten, der Strandlinien und der übereinanderliegenden Muschelbänke beweisen, welche sich an der norwegischen Küste hinziehen, die Gränze bezeichnend, welche die Küste in den

(1) Die vermeintlichen Senkungen an der Westküste von Schleswig und in Dänemark sind doch ganz augenfällig Unterwühlungen und Wegwaschungen, verursacht durch die Gewalt der Sturmfluthen.

(2) Mobilité de la surface terrestre p. 141.

verschiedenen Jahrhunderten hatte». Eine solche Bewegung ist ziemlich unbegreiflich, wenn man nicht annehmen will, dass Scandinavien gleichsam aus der Erdrinde herausgeschnitten und durch Klüfte von der übrigen Veste getrennt ist, innerhalb welcher es sich dann frei bewegen könnte, denn eine Hebelschwingung ist doch nur denkbar bei einem frei schwebenden Körper.

Was die Strandlinien betrifft, so habe ich nirgend gelesen, dass sie in ganz Norwegen in ununterbrochenem Zusammenhange beobachtet worden seien. Wenn das aber nicht ist, so hat es nichts Auffallendes, dass die Muschelreste sich an einem Orte in einem höheren, an einem anderen in einem niederen Niveau befinden, denn das Meer ist nach und nach herabgesunken, die Balanen und Bohrmuscheln sind ihm gefolgt, und haben sich mit dem Niveau des Meeres an niederere Orte begeben; die Muscheln aber haben sich an senkrechten Felsen gar nicht festsetzen können, ihre Reste mussten also auf die nächste Terrasse herabfallen. Von abschüssigen Orten wurden sie vielleicht durch Regen im Laufe der Zeit herabgewaschen. Aber überhaupt hat es nichts Wunderbares, dass bei einem langsamen Steigen des Landes oder bei einem langsamen Fallen des Wassers die Strandmuscheln sich in verschiedenem Niveau befinden, es würde viel wunderbarer sein, wenn es nicht der Fall wäre.

Ich habe schon oben erwähnt, dass Lyell die Stellung der aufgegrabenen Hütte bei Södertelje durch Hebung und Senkung zu erklären versucht (Chambers sucht nachzuweisen, dass die Hütte im 11-ten Jahrhundert an derselben Stelle gebaut war) (1). Die Erklärung hatte eine

(1) The Edinburg new philosophical journal vol. 48. 1850. p. 351.

gewisse Berechtigung, weil die Hütte mit Meeressedimenten bedeckt war. Aber gar keine Nöthigung giebt es für Hebung und Senkung zur Erklärung der von dem Reisenden von Richthofen beobachteten Erscheinungen auf Formosa und Ceylon. Nach von Richthofen hat sich der Trachyt der Insel Formosa gesenkt, das Meer hat die Strandlinien gebildet und hierauf hat sich der Fels wieder gehoben. Zur Erklärung der Erscheinung von einfachen Strandlinien genügt ja *eine* Hebung des Landes oder *eine* Senkung des Meeres! Warum der Erdrinde unnöthig Gewalt anthun? Nicht minder gewaltthätig erscheint die Hypothese Hébert's von der bedeutenden Hebung vor der Eiszeit. Gletscher konnten damals wie heute durch einfache Temperaturniedrigung erzeugt werden. Die Senkung nach der Glacialperiode hat nie stattgefunden, und es möchte Hrn. Prof. Hébert sehr schwer sein, zu beweisen, dass der Schlamm, in welchem der Cromer'sche Wald steckt, Schlamm eines geschmolzenen Gletschers ist.

Schumann schliesst aus einer Stufe, die sich nahe der Preussischen Küste unter dem Meeresniveau befindet, auf Senkung der Küste. Eine Stufe oberhalb des Strandes lässt ihn auf Hebung schliessen. Es scheint demnach, dass Schumann einen Unterschied macht zwischen der Erde über und unter dem Wasser, während das Eine doch nur die Fortsetzung des Anderen ist. In jedem See, in jedem Flusse findet man in einiger Entfernung vom Ufer plötzliche Abstürze, sollten sie im Meere fehlen, wo die Gewalt der Wogen eine viel grössere und tiefergehende ist, und wo Strömungen viel grossartigere Furchen im Meeresboden ziehen müssen, als in Binnenwässern? Eine Stufe im Meere als einen Beweis

von Senkung zu betrachten, scheint deshalb ganz ungerechtfertigt.

Ich komme jetzt zu der vermeintlichen gewaltigen Senkung des stillen Oceans, die wegen der Koralleninseln zuerst von Lyell, dann von Darwin angenommen ist. Wie bekannt, setzt Darwin voraus, dass die unterseeischen Berge, auf denen die Korallen ihre mauerförmigen Gebäude aufführen, sich senken, und dass es dadurch den Korallen möglich wird, den Riffen eine solche Höhe zu geben, wie sie sie sonst nicht haben würden, da sie sich nur in einer Tiefe von ungefähr 20 Faden ansiedeln. Indessen ist es nicht ganz sicher, ob sie sich auf diese Tiefe beschränken, denn selbst Darwin drückt diesen Umstand nur als Vermuthung aus, indem er sagt (1); «da wir Grund haben, zu glauben, dass die lammellenförmigen Korallen nur in einer geringen Tiefe häufig wachsen, so können wir versichert sein, dass, wo der Korallenkalk in grosser Mächtigkeit vorkommt, die Riffe, auf denen die Zoophyten gediehen, sich gesenkt haben». Darwin führt an einer anderen Stelle an (2), dass die Insel Vanikoro von einem Korallenriff umgeben sei, welches durch einen dreissig, vierzig, ja fünfzig Faden tiefen Kanal von Insel getrennt ist, nach aussen hin aber sei der unergründlich tiefe Ocean. Natürlich kann man nicht anders voraussetzen, als dass die Insel Vanikoro einen unterseeischen konischen Berg darstelle, an dessen Abhängen sich die Korallenthiere angesiedelt hätten, und wenn sie sich in 20 Faden anbauen, ist es so unmöglich, dass sie das Fundament ihres Baues 10 oder 20 Faden tiefer anlegen? Darwin *glaubt*, dass die Bauten

(1) Naturwissenschaftliche Reisen II. 261.
(2) l. c. p. 278.

nicht tiefer gehen, aber er weiss es nicht mit völliger Sicherheit (1). Darwin erwähnt (2), dass Cook eine Laguneninsel beschrieben habe, welche als ein grosser Kranz von Brandung ohne einen einzigen Flecken Landes erschienen sei. Darwin hält das für eine gewöhnliche neuerdings versunkene Laguneninsel. Aber nach Darwin senkt sich ja der Boden unter den Korallen, damit diese nachwachsen können, nach ihm wächst ja die Laguneninsel so lange wie der Boden sich senkt, selbst wenn er bis zu einer Tiefe von 1000 Fuss hinabsinken sollte. Sollte also die von Cook beobachtete Brandung nicht eine aufwachsende Koralleninsel verrathen haben, die sich schon bis nahe unter die Oberfläche erhoben hatte, so dass die Wellen sich an ihr brechen mussten? Darwin glaubt, dass der Senkung in stillen Ocean ähnliche Ursachen zu Grunde liegen wie der vulkanischen Bewegung, die er in den Anden beobachtet hat. Er bringt z. B. die Hebung von Sumatra, überhaupt des ostindischen Archipelagus in Verbindung mit dem Sinken der Keelinginsel, macht auch den, wie ich meine, nicht glücklichen Vergleich mit einem Hebel, und fügt hinzu, dass demzufolge die Keeling-Insel schon längst in den Tiefen des Oceans begraben wäre, wenn die wundervollen Arbeiten Riffe bauender Polypen es nicht verhindert hät-

---

(1) «Duchassaing hat Korallen aus Tiefen von 6—900 Fuss im Caraibischen Meer heraufgeholt. In gemässigten Klimaten sind Species wie Caryophyllia Smithi sublitoral, aber Dr. Duncan theilt mir mit, — dass die nahe verwandte C. borealis jetzt in tiefem Wasser unweit der Shetland-Inseln wächst». (Lyell. Principles 10 th edition II. p. 581.) Die Darwin'sche Theorie stützt sich nur auf die Annahme, dass die Korallenthiere sich nicht tiefer als 120 Fuss ansiedeln; die Theorie fällt, sobald die Unrichtigkeit dieser Prämisse erwiesen ist.

(2) l. c. p. 256.

ten (1). Diese correspondirenden Senkungen und Hebungen findet Darwin noch im westlichen Afrika und Madagaskar, wo das Land sich hebt, die danebenliegenden Riffe aber sich senken sollen. Darwin spricht schliesslich die Ansicht aus, dass wir in diesen correspondirenden Hebungen und Senkungen den nahen Beweis für das Gesetz hätten, dass verlängerte Flächenräume von grosser Ausdehnung Bewegungen von einer erstaunlichen Einförmigkeit erleiden, und dass die Streifen von Erhebung und Senkung abwechseln. Solche Erscheinungen, fährt er fort, drängen uns die Idee auf, als wenn eine Flüssigkeit von einem Theile der festen Erdrinde zu einem anderen sehr allmälig vorwärts getrieben würde» (2). Dagegen möchte ich einwenden, dass, wenn solche Fluctuationen in dem hypothetischen flüssigen Erdkern vor sich gehen sollten, es seltsam erscheinen muss, dass die undulatorische Bewegung des Erdinnern so ungleiche Wellen erzeugt, da die Entfernung der verschiedenen sinkenden Inseln von einander und von den gehobenen Festländern ja sehr ungleich ist. Es muss Wunder nehmen, dass die aufeinanderfolgenden Wellen bei so ungleicher Entfernung der Lagunen-Inseln von einander mit ihrer Depression immer wieder auf die Inseln treffen und nicht auf andere dazwischen liegende Punkte. Wenn überhaupt, wie manche Geologen anzunehmen scheinen, die ganze Erdrinde von einer oscillatorischen Bewegung ergriffen ist, so ist nicht zu begreifen, warum grosse Festländer nur die vorgeblichen Hebungen zeigen und nicht Senkungen. Denn nach dieser Theorie müsste nothwendig neben jeder Hebung eine Senkung sich bemerklich machen, was doch nicht der Fall ist.

(1) l. c. p. 258.
(2) l. c. p. 260.

Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass wasserhaltige Mineralien sich erst nach Erkaltung der Erdrinde haben bilden können, dass dadurch die Erdrinde an Volum zugenommen hat, das feste Land sich gehoben hat, da aber durch diesen Prozess dem Meere Wasser entzogen wurde und noch entzogen wird, so senkt sich das Meer fortdauernd, und hat sich im Laufe aller Zeiten gesenkt, und wenn die Polypen auf unterseeischen Bergen ihre Riffe bis zum Wasserspiegel geführt haben, so ist ihr Bau in senkrechter Richtung zu Ende, mit dem allmäligen Sinken des Meeres wird das Riff zur Insel, indem es nach und nach der Sitz einer Fauna und Flora wird. Das allmälige Sinken des Wasserspiegels hat aber zur weiteren Folge, dass andere Kuppen unterseeischer Berge dem Niveau des Meeres näher gerückt werden und dadurch den Korallenthieren die Möglichkeit gegeben wird, neue Kolonien zu gründen.

Naumann (1) findet die Voraussetzung ganz paradox, dass bei der sehr grossen Tiefe des stillen Oceans so viele submarine Berge bis zu gleicher Höhe aufragen sollten; aber die Höhe dieser Berge braucht nicht als gleich angenommen zu werden, da, wie ich schon oben angedeutet habe, es unwahrscheinlich ist, dass die Thiere in absolut gleicher Tiefe das Fundament zu ihren Bauten gelegt haben, ferner haben bei der Annahme einer Senkung des Meeresspiegels die höheren unterseeischen Berge das Niveau des Meeres früher erreicht, als die niedrigeren Spitzen; letztere sind erst später Wohnstätte der Korallenthiere geworden, sind erst später über dem Niveau des Meeres erschienen, und die Höhendifferenz zwischen den verschiedenen unterseeischen Bergen kann

(1) Lehrbuch der Geognosie 1858. I. p. 260.

daher wohl auf 5 bis 600 Fuss angeschlagen werden, denn soviel mag überhaupt während der Existenz der heutigen Korallen das Sinken des Oceans betragen haben, da sie stellenweise um so viel den Spiegel des Oceans überragen.

Den Folgerungen Lyells und Darwins liegt die Voraussetzung zu Grunde, dass sich der Erdboden senkt. Aber wohin sinkt die Erdrinde? Die Erde ist eine Vollkugel, nicht eine Hohlkugel. Selbst wenn, wie allgemein angenommen wird, die Erde von einer Flüssigkeit erfüllt wird, so ist doch die Hypothese, dass diese Flüssigkeit eine bewegte sei, und wellenförmige Bewegungen auf der Erdrinde verursache, ohne nähere Begründung, denn wie ich schon angedeutet habe, ist abwechselnde Hebung und Senkung der Erdrinde nicht auf ihrer Oberfläche zu bemerken. Dass Skandinavien sich hebe und Nordeutschland sich senke ist nicht bewiesen, dass der Boden des Caspischen Meers sich senke, und die Steppen sich in einer hebenden Bewegung befänden, ist ebenso wenig bewiesen. Die wirklich beobachteten Senkungen beschränken sich auf kleine Bezirke, und die Senkung selbst ist unbedeutend; die Hebungen dagegen zeigen sich überall, und sind viel bedeutender in ihren Wirkungen. Hören wir, was Lyell darüber sagt: Vulkanische Ausbrüche und Quellen bringen Massen von unten nach oben, Massen von Lava und Kalk. Die Oberfläche des Landes und Theile des Seebodens werden auf solche Weise höher, und die äussere Erdmasse würde sich also fortwährend vergrössern, wenn nicht das Sinken der Erdrinde mehr als gleich wäre der Erhebung. Desshalb, wenn der Durchmesser der Erde derselbe bleibt, wie das nach den

(1) Lyell Principles p. 561.

Beobachtungen der Astronomen der Fall ist, und die Unebenheit der Erde soll erhalten bleiben, so muss nothwendig das Sinken im Ueberschuss sein. Und solches Vorherrschen des Sinkens ist gar nicht unwahrscheinlich, da jede Hebungsbewegung entweder Höhlungen hervorbringen, oder Verringerung der Schwere bewirken muss (1). Dass Hebungen Höhlungen hervorbringen, wenn sie von Gasen veranlasst werden, ist unzweifelhaft, aber das Dasein dieser comprimirten Gase wird mit Recht bezweifelt, seitdem Bischof nachgewiesen, dass jedes Eindringen kälteren Wassers in diese Höhlungen furchtbare Explosionen zur Folge haben würde, von denen wir auf der Erde nichts wahrnehmen. Dass Verringerung der Schwere eintritt, ist nicht zu bezweifeln, da Oxydation der Metalle und Bildung anderer chemischer Verbindungen häufig eine Verminderung des specifischen Gewichts zur Folge hat. Dass überhaupt die Erde nicht allein an Volum, sondern auch an Gewicht zunimmt, ist seit der grösseren Beachtung der Meteoritenfälle ganz unzweifelhaft geworden, obgleich 2000 Jahre vielleicht nicht hinreichen zur Messung einer solchen Zunahme. Aber was Lyell von einem Vorherrschen des Sinkens der Erdrinde sagt, dürfte sich beschränken auf eine Verminderung des Wassers im Oceane, da dieses durch die verschiedenen Processe aus der Circulation ausgeschieden wird, deren ich oben Erwähnung gethan. Hierdurch wird das Volum des festen Landes vermehrt, das Volum des Oceans vermindert. Eine Hebung des Landes findet statt u. eine Senkung des Oceans, nicht aber eine Senkung des Meeresbodens, die ich ganz in Abrede stelle, sofern sie nicht eine Folge örtlicher vulkanischer Bewegungen ist. Der Meeresboden erhebt sich im Gegentheil durch den Schlamm, der ihm fortwährend vom Festlande zugeführt

wird. Dieser Schlamm verdrängt Wasser, und das Meer würde also dadurch erhöht werden, wenn nicht dem Meere auf andere Weise grössere Wassermassen entzogen würden.

Bischof spricht sich in Uebereinstimmung mit Studer dahin aus, dass ein wiederholtes Sinken und Aufsteigen des Oceans nicht anzunehmen sei. Er schreibt desshalb die Hebungen (1) der Zersetzung von Silicaten durch Kohlensäure zu, deren Zersetzungsprodukte ein grösseres Volumen einnehmen, als die ursprünglichen Stoffe. Natronhaltige Thonerdesilicate erfahren die grösste Volumvergrösserung durch Zersetzung vermittelst Kohlensäure, da kohlensaures Natron das geringste specifische Gewicht, und demzufolge auch das grösste Volum hat. Bischof hat an den verbreitetsten Gebirgsarten, wie Granit, Gneiss, Basalt, Thonschiefer u. s. w. nachgewiesen, dass sie alle bei der Zersetzung eine nicht unbedeutende Volumzunahme erfahren. Derselbe Autor führt an, dass Basalt von einer Meile Mächtigkeit, durch Kohlensäure vollständig zersetzt, das deckende Gestein zu einer Höhe von einer Meile heben würde, und fährt weiter aus, dass es also an Material zu säkularen Hebungen in früherer und jetziger Zeit nicht fehle. Dagegen wäre nur das einzuwenden, dass nicht recht einzusehen ist, wie bei solchen Hebungen die vollkommene Horizontalität von grossen Festländern bestehen bleiben könne, denn es ist höchst unwahrscheinlich, dass kohlensaures Wasser überall so gleichmässig in die Tiefe eindringe und so gleichmässig aller Orten das Gestein der Tiefe zersetze um eine Hebung zu bewirken, bei welcher die Horizon-

(1) Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Aufl. I. p. 337. 38.

talität des Bodens nicht gestört würde, zumal, wenn, wie gewöhnlich, diese Ebenen aus lockerem oder weichem Erdreich bestehen. Es folgt daraus, dass wir als gehoben nur ansehen können die Gebirgszüge oder Berge, welche durch die Bildung eruptiver Gesteine entstanden sind, und dies um so mehr, da wir innerhalb der Sedimentmassen, welche das Material zu den sogenannten Formationen geliefert haben, keinerlei chemische Processe wahrnehmen, welche zu der Annahme berechtigen könnten, dass in denselben bedeutende Volumveränderungen der constituirenden Bestandtheile vor sich gingen.

Jedenfalls haben die Hebungen in Folge der Bildung eruptiver Gesteine eine allmälige Vergrösserung des festen Landes bewirkt, und haben bewirkt, dass der frühere Meeresboden in grosser Ausdehnung zu Tage getreten ist. Trotz dieser grossartigen Hebungen ist nur ein Drittel der Erdoberfläche Festland, und es fragt sich nun, ob dieses oberhalb des Meeresniveaus befindliche Festland so viel Wasser eingesogen und verbraucht haben kann, dass dadurch die bedeutende Senkung des Meeresniveaus, die wir an unseren Küsten beobachten, erklärt wird.

4. *Ueber die Quantität des aus dem allgemeinen Kreislauf ausgetretenen Wassers.*

Dass Schätzungen dieser Art nur ein Resultat der Wahrscheinlichkeit geben können, liegt in der Natur der Sache, immerhin geben Zahlenwerthe, wenn auch nur annähernde, den Gründen eine solidere Basis, und haben den Vortheil, den Leser schneller zu überzeugen, als es weitläuftige Deductionen vermögen.

Nach v. Humboldt's Berechnung (1) ist die mittlere Höhe aller continentalen Länder über dem Spiegel des Oceans 946,8 Pariser Fuss. Ich habe schon oben gesagt, dass alles Gestein, zu welchem wir Zugang haben, von Feuchtigkeit durchdrungen ist, und dass eine grosse Anzahl von Mineralien Wasser chemisch gebunden enthält; ausserdem ist in Betracht zu ziehen, dass lockeres Erdreich bis zu gewisser Tiefe von Wasser durchtränkt ist, dass in Sümpfen und Wäldern eine Masse von Wasser aufgespeichert ist, dass die Erdoberfläche von einer grossen Zahl von Flüssen durchfurcht ist, dass es eine beträchtliche Menge von Wasserbehältern giebt in Form von Binnenseen der verschiedensten Grösse, und dass die Kämme und Gipfel der Bergzüge von einer ansehnlichen Last ewigen Eises und Schnee's bedeckt sind. Alles dieses, glaube ich, berechtigt zu der Annahme, dass die Hälfte der das Meer überragenden Festlandschicht aus Wasser besteht. Die Hälfte von 946,8 F. ist 473,4, und so gross würde also die Menge des Wassers sein, welche dem Meere im Laufe der Zeit, während welcher die Continente sich bildeten, entzogen wäre, oder welche durch die Bildung der Continente vom Meere auf das Festland übertragen wäre. Wenn wir diese 473,5' dicke Schicht Wasser auf die ganze Meeresfläche der Erde vertheilen, welche 2,7 mal so viel beträgt als das Areal der Continente, so würde von dem Meer eine Schicht Wasser von 175,3 Fuss Dicke weggenommen sein. Doch bei dieser Berechnung ist das Polareis ausser Acht gelassen. Nach Klöden kommt der Flächenraum, welchen das Eis um den Nordpol herum einnimmt, dem von Europa gleich, was 182000

(1) Asie centrale I. p. 82 — 90 und 165 — 189.

Quadratmeilen wäre. Der Raum, welchen das Eis des Südpols einnimmt, soll sechsmal grösser sein, also 1,092000 Quadratmeilen, was zusammen 1,798000 Q. M. ausmacht. Da das Meer einen Flächenraum von 6,798000 Q. M. bedeckt, so käme auf das Gebiet des Polareises ungefähr der fünfte Theil. Nehme ich nun an, dass das ganze Gebiet des Polareises mit einer Schicht Eis von 100 Fuss Dicke bedeckt ist, was wohl nicht zu hoch gegriffen sein dürfte, so würde dem Weltmeer eine Schicht von 18 Fuss durch die Bildung des Polareises genommen sein (1), was also die Masse des aus der Circulation getretenen Wassers auf eine Schicht von 193,3' Dicke bringen würde. Wir ersehen aus dieser unvollkommenen Schätzung, dass die Quantität des Wassers, welche dem Meere zur Bildung der Continente und des Polareises entzogen wurde, durchaus nicht zureicht, um die Erscheinung der Strandlinien von 600 Fuss Höhe zu erklären, aber nichts destoweniger ist schon der unwiderlegliche Beweis geliefert, dass dem Meere überhaupt Wasser entzogen wurde, und dass diese Entziehung langsam und allmälig im Laufe der Zeiten vor sich ging, eine Thatsache, welche noch in dem besten der neueren Lehrbücher der Geognosie, in dem Naumann's, in Abrede gestellt wird (2).

Indessen ist der wichtigste der die allmälige Senkung des Meeres bedingenden Factoren noch unberücksichtigt geblieben: das ist die allmälige Erkaltung der Erde, die dadurch bewirkte Verdickung der Erdrinde und das hierdurch bedingte tiefere Eindringen des Wassers

(1) Da das Wasser beim Gefrieren um ungefähr $^1/_{10}$—$^1/_{11}$ an Volumen zunimmt, so entspricht eine Schicht von 100 Fuss Eis annähernd einer Schicht von 90' Wasser.

(2) pag. 261.

in die erstarrte und mehr und mehr erkaltende Kruste. Ein ungefähres Maass dieser fortschreitenden Verdickung der Erdrinde haben wir an den verschiedenen Gebirgszügen unserer Continente: je älter die Hebung ist, desto niedriger das Gebirge, je jünger die Hebung, desto höher sind die Gipfel des Bergrückens. Die Höhen der Bretagne haben sich während des Absatzes der ältesten Thone gebildet, also vor der Bildung der fossilienführenden silurischen Schichten, ebenso der Hunsrück. Die Vogesen haben sich erhoben nach Ablagerung des Bergkalks; der Ural ist nach der Permischen Formation entstanden; der Thüringer Wald nach der Trias, die Pyrenäen und der Kaukasus nach der Kreide, die Alpen und der Himalaja während der tertiären Periode und die Anden sind noch jetzt in der Hebung begriffen.

Der Umstand, dass die Höhe der Gebirge im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Alter steht, entspricht vollkommen den Ansichten, die man von der allmäligen Abkühlung der Erde hat. Als die Erstarrungsrinde der Erde noch dünn war, konnten die hebenden Kräfte sie mit Leichtigkeit durchbrechen, und die aufgerichteten Gesteine konnten nur niedrige Erhöhungen bilden; je dicker die Rinde wurde, desto schwieriger wurde die Durchbrechung, und zu desto grösserer Höhe mussten die geschichteten Gesteine gehoben werden, um den eruptiven Massen freien Durchgang zu lassen.

Es scheint mir durchaus folgerecht zu sein, dass bei Annahme der Abkühlungstheorie und demgemäss der allmäligen Verdickung der Erdrinde das Wasser auch tiefer in die Erde hinabsinken muss, und das ist um so wahrscheinlicher, als alle heissen Quellen aus grosser Tiefe hervordringen, als der Heerd der vulkanischen

Processe sich in grossem Abstande von der Oberfläche der Erde befindet, und als ohne Zweifel alle eruptiven Gesteine mit Hülfe des in der Tiefe befindlichen Wassers die Erdrinde durchstossen.

Man hatte früher die Granite für wasserfreie Gesteine gehalten, doch zeigten die Bauschanalysen, dass sie einen Gehalt von einer Spur bis zu einem Procent Wasser hatten. Schon dieser geringe Gehalt wies darauf hin, dass bei der Bildung des Granits das Wasser eine gewisse Rolle gespielt haben musste. Aber die mikroskopischen Untersuchungen zeigten, dass der Quarz der Granite immer Wasser enthält, und dass namentlich der Quarz der grobkörnigen Granite sehr reich daran ist, so dass Zirkel (1) behauptet, die Quarze einiger Granite seien so mit Wasser getränkt, dass es den zwanzigsten Theil der ganzen Krystallmasse ausmache. Dass dieses Wasser kein Infiltrationswasser ist, beweist der Umstand, dass beim Erhitzen das Wasser nicht durch Risse und Kanäle entweicht, sondern dass die dabei befindlichen Luftbläschen von der sich ausdehnenden Flüssigkeit resorbirt werden. Der Granitbrei kann hiernach nicht als eine geschmolzene Gesteinsmasse betrachtet werden, wie wir sie in unseren Laboratorien im Tiegel bei einfachen Atmosphärendruck darstellen, sondern er muss von Wasserdampf durchdrungen gewesen und unter einem solchen Drucke erstarrt sein, dass das Austreten des Wasserdampfs, der Chloride, der schwefligen Säure und der Salzsäure, die man jetzt in den Wassertröpfchen aufgelöst findet, unmöglich war.

Um Einsicht in den Wassergehalt der verschiedenen häufigeren Gesteine zu gewinnen, gebe ich im Folgenden

(1) Lehrbuch der Petrographie 1866. II. p. 369.

die Minima und Maxima des Wassergehalts von Felsarten, wie ich sie aus dem vortrefflichen Lehrbuch der Petrographie von Zirkel ausgezogen habe:

Kieselkalk enthält	2,80		Wasser.
Gyps	20,93		
Feuerstein	1,14	—	1,29.
Kieselsinter	5,76	—	7,99.
Polirschiefer	8,89	—	13,30.
Kieselguhr	bis		21.
Hornblendeschiefer	bis		3.
Chloritschiefer	9,32	—	11,24.
Talkschiefer	4,09	—	4,42.
Serpentin	9,42	—	13,35.
Raseneisenstein	17,00	—	28,80.
Bohnerz	11,12	—	12,99.
Kohleneisenstein	3,01	—	5,09.
Braunkohle	9,07	—	16,27.
Granit	1,10	—	1,30.
Felsitporphyr	0,55	—	1,97.
Petrosilex	0,26	—	1,20.
Syenit	0,62	—	1,34.
Orthoklasporphyr	0,91	—	3,40.
Diorit	0,80	—	1,90.
Porphyrit	1,05	—	3,45.
Melaphyr	1,62	—	6,35.
Diabas	0,70	—	3,89.
Labradorporphyr	0,97	—	3,14.
Augitporphyr	0,97	—	3,14.
Sanidintrachyt	0,36	—	2,02.
Quarztrachyt	2,18.		
Phonolith	0,71	—	10,69.
Noseanphonolith	2,29	—	4,48.

Augit-Andesit enthält	1,55		Wasser.
Phonolithlava . . .	0,50	— 1,12.	
Obsidian	0,04	— 0,76.	
Bimstein	1,22	— 15,06.	
Nephelinfels	0,73	— 6,60.	
Nosean-Leucitophyr	1,60	— 1,94.	
Dolerit	1,39	— 2,80.	
Anamesit	1,00	— 3,00.	
Basalt	0,60	— 4,90.	
Gneiss	0,82	— 1,85.	
Glimmerschiefer . .	0,60	— 2,45.	
Thonglimmerschiefer	12,16	— 14,08.	
Trachyttuff	4,89.		
Trass	bis	12,78.	
Palagonittuff enthält	bis	25,24	Wasser.
Vulkanische Asche	0,60	— 6,63.	
Alaunschiefer . . .	2,21	— 6,90.	
Thonschiefer . . .	3,30	— 3,90.	
Thon	4,71	— 14,75.	
Alaunthon	10,75	— 16,50.	
Walkerde	7,28	— 25,50.	

Aus dem vorstehenden Verzeichniss geht hervor, dass amorphe Kieselsäure in ihren verschiedenen Varietäten viel Wasser gebunden enthält; am meisten hat die mikroskopische Thierwelt mit der Kieselsäure zu vereinigen gewusst, nächstdem sind die Absätze aus heissen Quellen sehr reich daran. Schwefelsaurer Kalk, ein Produkt der Abdampfung des Meerwassers, enthält viel Wasser chemisch gebunden, und Eisenoxyd spielt ebenfalls eine grosse Rolle unter den mineralischen Körpern, welche das Wasser dem Kreislauf für längere Zeit entziehen. Dass alle sogenannten klastischen Gesteine viel Wasser

enthalten, liegt in der Natur der Sache; es sind eben Zersetzungsprodukte, die sich unter gewöhnlichem Luftdruck bei Gegenwart von viel Wasser gebildet haben. Im Ganzen erscheinen also in den Sedimentgebilden die Thone und die aus dem Meerwasser abgeschiedenen Salze als die Hauptträger des Wassers. Eine andere Gruppe von Gebirgsarten, die ziemlich viel Wasser chemisch gebunden enthält, ist die Gruppe der Chlorit—und Talkschiefer und des Serpentins. Nach der Lagerung muss man diese Gesteine für eruptive ansehen, obgleich sie Bischof für ein sekundäres Zersetzungsprodukt älterer Gesteine hält. Im Ural, wo sich diese Gebirgsarten in bedeutender Entwickelung zeigen, haben sie wohl jedenfalls die Rolle der hebenden Gesteine gespielt. Ihre Bildung mag begünstigt sein durch die Meere, welche damals den Ural von allen Seiten umgaben. Die eigentlichen plutonischen und vulkanischen Gesteine, wie Granit, Syenit, Diorit, Phonolith, Porphyr, Melaphyr, Dolerit, Basalt, auch die geschieferten wie Gneiss und Glimmerschiefer, enthalten am wenigsten Wasser. Zwar mögen die Resultate der Analysen nicht immer zuverlässig sein, da man bisher nicht viel Gewicht auf den Wassergehalt gelegt und ihn oft nur als Glühverlust bestimmt hat. Aber dennoch lässt sich kaum annehmen, dass bei Bauschanalysen grössere Quantitäten Wasser der Aufmerksamkeit der Analytiker entgangen sein könnten, und der Umstand, dass Zirkel in den Quarzen des Granits bis 20 Procent Flüssigkeit gefunden hat, dürfte wohl nur als Ausnahmefall betrachtet werden, denn bei dem Pulvern des Gesteins kann unmöglich so viel Wasser verloren gehen, dass von 20 (¹) nur eins, zwei oder

(¹) Diese 20 Prozent Flüssigkeit selbst als concentrirte Salzlösung genommen.

drei Procent übrig bleiben. Der wichtigste Schluss, den wir aus der Vergleichung der Gesteinsanalysen ziehen, ist der, dass Wasser in allen eruptiven Gesteinen ausnahmslos vorhanden ist, wenn auch mitunter nur in geringer Quantität. Die ältesten Gesteine und die am weitesten verbreiteten wie Granit, Syenit, Felsit, Diorit, Gneiss und Glimmerschiefer enthalten am wenigsten Wasser, wie es scheint; die Porphyre, Melaphyre und Phonolithe etwas mehr, die Trachyte und Laven wieder etwas weniger; doch sind die Unterschiede nicht sehr gross, und dürften sich bei genauerer Berücksichtigung des Wassers die Differenzen vielleicht noch vermindern.

Zirkel (1) glaubt, dass bei den Basalten und Trachyten die geschmolzene Masse in höherem Grade durchwässert war, als es bei den Laven heutiger Tage der Fall ist, und neigt sich demzufolge der Ansicht zu, dass bei den Graniten das Wasser vielleicht eine grössere Rolle spielte als bei den Porphyren, bei diesen eine grössere, als bei den Trachyten und Basalten, bei welchen dasselbe beträchtlich in den Hintergrund gedrängt wird gegen die vorwiegend geschmolzen-plastische Masse. Ich kann diese Ansicht nicht ganz theilen, mir scheint im Gegentheil, dass das Wasser im Granitmagma weniger energisch gewirkt hat als in den Porphyren, Trachyten, Basalten und Laven. Wir sehen die geringste Zertheilug der Gesteinsmasse im Granit, Syenit, Diorit, Gneiss u. s. w.; allerdings war diese Masse auch von Wasserdämpfen durchdrungen, allein diese Dämpfe hatten bei der geringeren Dicke der Erdrinde einen geringeren Druck zu überwinden, und bewirkten nicht die Schmelzung zu einer so homogenen Masse, wie wir sie bei den heuti-

(1) Lehrbuch der Petrographie II. p. 407.

gen Laven sehen. Die Zertheilung vermittelst des glühenden Wassers geht schon weiter bei den Porphyren, bei denen sich bereits eine Art von homogener Grundmasse bildet, bei den Trachyten und Phonolithen kommen die Bestandtheile zu noch feinerer Zertheilung, und bei den Basalten erscheint schon fast durchweg eine homogene Masse, die aber noch während des Aufsteigens erstarrt, krystallisirt. Die zum Fluss bringende Wirkung des Wassers zeigt sich um so mehr, je stärker der Druck der an Dicke zunehmenden Erdrinde wirkt; und in der gegenwärtigen Periode ist dieser Druck so mächtig geworden, dass das comprimirte Wassergas mit Hülfe der inneren Erdwärme nicht allein die Gesteine zu einer homogenen Flüssigkeit zusammenschmilzt, sondern ihre Temperatur auch auf solche Höhe bringt, dass das flüssige Gestein nicht mehr wie die Basalte auf dem Wege nach aussen erstarrt, sondern die im Wege liegenden Gesteinsmassen auch zum Schmelzen bringt, um endlich, auf solche Weise die Erdrinde durchbohrend, sich als Flüssigkeit über den Rand der Oeffnung und über die Erdrinde zu ergiessen.

Wie dem auch sein möge, es unterliegt keinem Zweifel, dass das Wasser tief in die Erde eingedrungen ist, und dass es bei den Bildungsprozessen aller Gesteine die wichtigste Rolle gespielt hat. Hier handelt es sich nur darum, zu beweisen, dass das Wasser allmälig immer tiefer in die Erde eingedrungen ist, und dass in Folge davon der in dem Weltmeere befindliche Vorrath abgenommen hat. Die Laven schaffen eine bedeutende Menge Wasserdampf aus dem Erdinnern herauf; aus welcher Tiefe, ist schwer zu schätzen, doch kann sie nicht gering sein, da sich viele Vulkane aus tiefen Meeren über die Oberfläche des Oceans erheben. Von den Quel-

len, welche Siedhitze haben, wird angenommen, dass sie aus einer Tiefe von mehr als 10,000 Fuss heraufkommen müssten, wenn nicht, was immerhin möglich ist, die innere Erdwärme durch chemische Processe an den Stellen ihres Ursprungs erhöht wird. Aber die Tiefe des Oceans und der Umstand, dass der Geysir auf Island vor dem Ausbruche eine Temperatur von 127° zeigt, lässt wohl annehmen, dass das Wasser mindestens bis zu einer Tiefe von 50,000 Fuss eindringt. Da wir in tiefen Bergwerken überall das Gestein feucht finden, so ist es erlaubt anzunehmen, dass auch noch in grösserer Tiefe das Gestein damit getränkt ist. Wenn der Granit ein Prozent Wasser chemisch gebunden enthält, und wenn in ihm noch drei Prozent mechanisch vertheilt angenommen werden, so ist diese Schätzung gewiss nicht zu hoch gegriffen, da ja die Mineralien, welche die Gangspalten ausfüllen, sämmtlich aus wässriger Lösung abgesetzt sind (1), und doch ist sie vollständig genügend, um ein allmäliges Sinken des Meeresniveaus um mehr als tausend Fuss zu erklären.

Man wird vielleicht gegen meine Folgerungen einwenden, dass sie auf unbestimmten Voraussetzungen beruhen, aber wie ich schon gesagt habe, das ganze Gebäude der Geologie ruht auf hypothetischer Grundlage und wird immer darauf ruhen, und es kann sich daher nur darum handeln, welche von den verschiedenen Hypothesen die wahrscheinlichere ist. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass das Wasser mindestens bis zu einer Tiefe von 50000 Fuss in das Innere der Erde vordringt, da die

(1) Breithaupt sagt in seiner Parageuesis der Mineralien p. 272.: man hegt von einem Gange die Meinung, dass er bessere Anbrüche bescheeren werde, wenn man mit demselben mehr Wasser erschrotet.

Laven wenigstens eine fünfmal höhere Temperatur haben, als siedendes Wasser, welches sich schon in einer Tiefe von 10,000 Fuss befinden soll (1). Freilich ist die regelmässige Progression der Zunahme der Wärme nach dem Erdinnern auch nicht vollkommen sicher begründet, aber der feurigflüssige Zustand der Erde ist noch hypothetischer und über die Dicke der Erdrinde sind die Angaben durchaus nicht übereinstimmend.

Die Meinung, welche ich über die allmälige Abnahme des Wassers auf der Oberfläche der Erde ausgesprochen habe, stützt sich der Hauptsache nach auf die Theorie von der allmäligen Abkühlung der Erde. Diese Theorie, von stichhaltigen Gründen getragen, wird allgemein als richtig anerkannt, und es ist bisher kein beachtenswerther Einwand gegen sie erhoben werden. Wenn aber der allmäligen Abkühlung der Erdkugel der Rang einer Thatsache zugesprochen wird, so muss auch zugegeben werden, dass das Eis sich an den Polen mehr und mehr ausscheidet. Wenn es mehr als wahrscheinlich ist (ganz abgesehen von dem hypothetischen feurig flüssigen Erdkern), dass die Wärme nach dem Mittelpunkt der Erde zunimmt, und dass die Abkühlung bei fortdauernder Ausstrahlung der Wärme, nach innen vorschreitet, so ist es auch keinem Zweifel unterworfen, dass das Wasser immer tiefer in die poröse Kruste der Erde eindringt.

Vergleichen wir mit meinen Aufstellungen die Hypothese von den säkularen Hebungen und Senkungen, von den Oscillationen der Erdrinde, so wird man zugeben müssen, dass nicht gleiche Gründe der Wahrscheinlich-

(1) Granit schmilzt nach Mitscherlich bei einer Temperatur von 1300° C.

keit für sie geltend gemacht worden sind. Hat man uns etwas von der Ursache der gleichmässig fortschreitenden Hebung gesagt? Hat man uns eine Erklärung davon gegeben? Hat man uns das merkwürdige Phänomen der Hebung grosser, aus weicher Masse bestehender Ebenen erklärt? Warum stürzen die lockeren Wände der russischen Awrags (Wasserrisse) nicht zusammen bei der säkularen Hebung, während sie ein Fusstritt zusammenbrechen macht? Was ist das Material der Hebung, der so überaus regel- und gleichmässigen? Was verursacht die unregelmässigen Fluctuationen desflüssigen Erdkerns? Man hat sehr laut von den vermeintlichen Thatsachen gesprochen, aber über die Ursachen der Erscheinungen hat man sich in tiefes Stillschweigen gehüllt. Man spricht uns von den Strandlinien, und dass sie in Skandinavien nicht untereinander parallel sind, aber das ist ein vereinzeltes Factum, für welches nur ein Zeuge eintritt, der die Beobachtung an einem einzigen Orte gemacht hat. Die Thatsache bedarf der Constatirung, und wenn sie constatirt ist, giebt sie noch keinerlei Recht zu der verallgemeinerten Annahme, dass alle Strandlinien die Folge von Hebungen des festen Landes seien.

Man will uns einreden, dass das Meer feststehe, die Erde sich hebe, bewege, oscillire. «Das Niveau des Meeres ändert sich nicht!» Aber das Wasser, welches nöthig ist zur Zersetzung des Feldspaths, welches an den Thon gebunden wird, kommt es anders woher als aus der Atmosphäre, und liefert nicht der Atmosphäre alles Wasser der Ocean? Abgesehen von dem Zuwachs durch Meteoriten vergrössert sich die Erde nicht, was die Continente gewinnen, verlieren die Meere und umgekehrt. Was die Continente gewinnen, gewinnen sie vorzugsweise durch Aufnahme von Wasser. Nur mit Hülfe des

Wassers ist das feste Land über das Niveau des Weltmeers gehoben. Schon der Wasserdampf der Vulkane weist deutlich auf die Rolle hin, welche das Wasser in der Erdrinde spielt, und die Hebung weist auf die Volumvergrösserung der Gesteinsmasse durch Aufnahme von Wasser hin, denn Blasen unter der Erdoberfläche haben keine Möglichkeit der Existenz.

Die ursprüngliche Erkaltungsrinde der Erde kennen wir nicht, denn dass Granite derselben angehören sollten, ist sehr wenig wahrscheinlich, da sie, wie alle bekannten Gesteine, unter Mitwirkung des Wassers entstanden sind. Aber es hat den Anschein, dass das Wasser von jeher nur auf gewissen Wegen, oder wenn man will Spalten, in die Erde gedrungen ist, und dass nur an diesen Heerden der Prozess der Gesteinsbildung vor sich gegangen ist, welcher zur Hebung der Erdoberfläche, zur Bildung von Gebirgszügen geführt hat. Diese Punkte, an welchen das Wasser der Oberfläche mit erwärmten Gesteinsmassen der Erdrinde in Verbindung getreten ist, sind jedenfalls nicht die tiefsten Punkte des vormaligen Meeresbodens gewesen, wie denn auch die heutigen Vulkane niemals aus den tiefsten Stellen des Meeres aufsteigen. Allem Anschein nach war zur Zeit der Hebung des Urals das Permische Meer nicht tief, wie auch die Vulkane des Mittelländischen Meeres nicht aus grossen Tiefen sich erheben. In der That scheinen sich die Gebirgsketten noch heute zu bilden, wie in den ältesten Zeiten, denn die Gruppen und Reihen der heutigen Vulkane, so verschieden auch ihre Produkte von denen der früheren Eruptivspalten sein mögen, stellen die Anfänge von Gebirgszügen dar, wie wir sie auf allen Festländern fertig ausgebildet finden. Die bogenförmige Reihe der Vulkane der Sunda-Inseln scheint eine Wiederholung

des Himalajah-Gebirges werden zu wollen. Die meridianale Kette der Vulkane von Formosa, der Philippinen bis Celebes sind eine Nachahmung des Urals oder der Anden und die Kurilen ein Versuch zu einem neuen Thian-Schan, der das Ochotskiche Meer von dem Ocean trennen wird. Es geht aus diesen Gebirgsbildungen ganz deutlich hervor, dass das Wasser nicht überall gleichmässig durch die Erdrinde zu den tieferen Laboratorien neuer Gesteinsbildungen gelangt ist, sondern auf gewissen Spalten seinen Weg dorthin sich gebahnt hat, oder dass das Wasser zwar gleichmässig eingedrungen, aber in der Tiefe sich an gewissen Stellen gesammelt hat. Die Tiefebenen, welche zwischen den gehobenen Gebirgen lagen, nahmen nicht Theil an der Hebung, und wurden erst in der Folge durch die Zersetzungsprodukte der eruptiven Gesteine ausgefüllt. An diesen horizontalen aus Sediment bestehenden Ebenen ist, wie ich wiederholt bemerkt, keine Spur der Hebung wahrzunehmen.

Wie gesagt, die aus eruptivem Gesteine gebildeten, oder durch sie gehobenen Berge und Bergketten scheinen die eigentlichen Urheber der Continente zu sein. Sobald die von den Gebirgszügen eingeschlossenen Becken von Sedimenten, den Zersetzungsprodukten der eruptiven Massen, ausgefüllt waren, scheint ein Zustand der Ruhe eingetreten zu sein. Die eruptiven Gesteinsmassen, nachdem sie die Erdrinde durchbrochen hatten und erkaltet waren, hatten zu gleicher Zeit die Spalten, durch die sie emporgedrungen, geschlossen. Ausserhalb der Ringmauern erhoben sich aber andere Bergketten, und die Thäler zwischen den äusseren und den inneren älteren Bergzügen wurden auch wieder von Sedimenten ausgefüllt; das Innere gelangte zur Ruhe, während nach aussen hin

die plutonischen Mächte ihre Thätigkeit fortsetzten (¹). Die grösste continentale Ländermasse, Asien, zeigt uns entschieden diese Art der Bildung; die Hochebene von Mittelasien ist in einen Zustand völliger Ruhe getreten, nachdem die hinter einander entstandenen Höhenzüge es von dem Meere getrennt haben, und die grossen Binnenseen allmälig vom Schlamm der Flüsse ausgefüllt werden. Vorderindien ist ohne Zweifel eine Insel gewesen, getrennt durch einen Meeresarm, der jetzt durch die Thäler des Indus- und Gangesgebiets eingenommen wird. Der Detritus des Himalajah und der Vindhya-Kette haben den Meeresarm ausgefüllt. Das grosse Becken Nordamerikas verdankt seine Entstehung den Alleghanies im Osten und den Cordilleren im Westen. An den westlichen Gehängen der letzteren dauert die vulkanische Thätigkeit noch fort. Aber innerhalb der genannten Gebirge, wo Alles von Sedimenten bedeckt ist, herrscht die vollkommenste Ruhe. In Südamerika dieselbe Erscheinung: Nachdem sich im Osten zwei Züge eruptiver Gesteinsmassen (Serra de Espinhaço und Serra de Tabantinga) erhoben, und im Westen der Rücken der Anden, geniessen die aus Sediment gebildeten Ebenen gleichsam eines hohen Schutzes, und ungestörter Ruhe, deren die westlichen Abhänge der Anden, nahe dem tiefen Meere, sich keineswegs erfreuen. In Europa sind die skandinavischen Gebirge, Finnland, der Ural, der Kaukasus, die südrussische Granitplatte und die Karpathen plutonischen Ursprungs, und mitten inne liegt die russische Ebene, die ihre Entstehung und ihre Ruhe den genannten Gebirgen verdankt. Kurz, wir nehmen nur Hebungserschei-

(¹) Die plutonischen Hebungen scheinen also ihren Weg durch die Meere so lange fortsetzen zu wollen, bis der Wasservorrath, welcher fortdauernd die Mittel zur Hebung liefert, erschöpft ist.

nungen dort wahr, wo sich Spaltenergüsse zeigen, wir nehmen keine Hebung wahr in Ebenen und Thälern, die von eruptiven Gebirgsmassen umgränzt sind.

—

Ich komme zum Schluss. Ich habe in der vorliegenden Schrift die Frage über die säkularen Hebungen und Senkungen nur im grossen Ganzen behandelt und bin nicht auf Constatirung von Thatsachen, auf Prüfung der Zeugenaussagen und auf die Kritik widersprechender Angaben eingegangen, da ich in diesem Augenblicke nicht über die dazu nöthige Musse verfüge. Aber ich habe geglaubt, nicht länger zögern zu dürfen mit der Darlegung der Gründe, welche die Annahme eines allmäligen Sinkens des Oceans nothwendig machen. Ich habe es für meine Pflicht gehalten, gegen die Oscillations-Theorie Protest einzulegen, da ich überzeugt bin, dass die Wissenschaft dadurch in falsche Bahnen geleitet wird. Die kaum zu Grabe getragenen Cataclysmen Cuviers scheinen wieder auferstehen zu wollen. Das kann doch kaum geduldet werden. Darf man in einer Naturwissenschaft für den Wunderglauben Propaganda machen? Und ist denn das unerklärliche und unerklärte Auf- und Niederwogen ausgedehnter Festländer etwas Anderes als ein Wunder? Uebrigens ist es nicht das erste Mal, dass sich in der Geologie die weniger glaubliche Hypothese grösseren Beifalls erfreut, als die glaublichere; eine Erscheinung, die ihren Grund in der Eigenthümlichkeit des Menschengeistes haben muss, da das Streben, über die Natur hinauszugehen, sich so oft in ihm kundgiebt.

Ich habe die Hoffnung, dass gute Gründe für wahrscheinliche Hypothesen nicht ganz unbeachtet bleiben werden, und die, welche am nachdrücklichsten für die Beweglichkeit der Erdoberfläche eingetreten sind, wer-

den vielleicht auch die ersten sein, die Beweglichkeit des flüssigen Elementes anzuerkennen.

Ich weise nur auf den Mälarsee hin, von dem selbst Lyell (1) ganz überzeugt ist, dass sein Niveau jetzt niedriger ist, als früher, und dass das umgebende Land sich nicht gehoben hat. Freilich hat man ihm in Stockholm die Erklärung gegeben, dass die Pfähle (piles) zweier alter Brücken den Abfluss des Seewassers in das Meer verhindert hätten, aber diese Erklärung klingt räthselhaft, da ja doch die Brücken und selbst alte Brücken so gebaut zu sein pflegen, dass das Wasser ungehindert unten durchfliesst. Ebenso wenig kann ich mir denken, dass Prof. Hébert auf seiner Behauptung wird bestehen bleiben, dass Frankreich sich mehrere Male während der Jurassischen Zeit gehoben und gesenkt hat, da er ja doch selbst einen äusserst ruhigen Absatz der jurassischen Sedimente annimmt. Nach ihm hat eine Hauptsenkung und eine Haupthebung stattgefunden (2), die eine wie die andere hat aber noch mehrere sekundäre Hebungen und Senkungen gehabt. Das begreife, wer kann.

Der Hauptträger der Hebungstheorie ist heut Sir Charles Lyell (3). Da das Wort nicht von der Person zu trennen ist, die es ausgesprochen hat, so könnte es scheinen, als wenn ich einen der verdienstvollsten Männer, welchem die Geologie so viel zu verdanken hat, feindlich angegriffen hätte. Ich muss gegen diese Auffassung auf das Nachdrücklichste Verwahruug einlegen, denn für die

(1) Lyell, principles 9 th. edition p. 524.

(2) Hébert, les mers anciennes dans le bassin de Paris 1867. p. 82.

(3) Ich habe die Citate aus Lyell's principles der 9-ten Auflage entnommen. Da Lyell seine Ansichten in Betreff der säkularen Hebungen und Senkungen in der 10-ten Auflage nicht geändert hat, so ist nur Unterschied in der Seitenzahl.

Person des Sir Charles Lyell beseelen mich nur Gefühle der Hochachtung und Bewunderung, und wenn meine wissenschaftlichen Ansichten von den seinigen abweichen und von denen anderer Schriftsteller, so ändert das nichts an der Ehrerbietung für ihn und überhaupt für Männer, die ihr Leben der Erforschung der Wahrheit geweiht haben.

Bei der Erörterung der Frage über die säkularen Hebungen und Senkungen der Erdrinde bin ich von einem anderen Gesichtspunkte ausgegangen, als die Mehrzahl der heutigen Geologen, und bin daher auch zu anderen Resultaten gelangt. Aber durch die verschiedenartige Beleuchtung der Fragen kann die Wissenschaft nur gewinnen, und jeder, dem es um den Fortschritt in der Erkenntniss der Vorgänge in der Natur zu thun ist, muss damit zufrieden sein, wenn einem wissenschaftlichen Gegenstande eine neue Seite abgewonnen ist.

Ich fasse das Resultat meiner Betrachtungen und Untersuchungen in folgende Sätze zusammen.

1. Es giebt nicht säkulare Hebungen ausgedehnter Continente.

2. Der Spiegel des Meeres ist in fortwährender Senkung begriffen.

3. Das feste Land vergrössert sich auf Kosten des Meeres.

4. Es existirt keine säkulare Senkung grosser Continente.

5. Alle Hebungen werden verursacht durch Bildung eruptiver Gesteinsmassen. Der wesentlichste Factor bei der Entstehung der eruptiven Gesteinsmassen ist das Wasser. Die Hebungen beschränken sich immer nur auf relativ kleine Theile des Erdballs, aber sie dauern an seit der Bildung der Erdrinde bis auf den heutigen Tag.

6. Zur Verminderung des Wassers im Weltmeere haben beigetragen: die Bildung des Polareises, der Gletscher, des ewigen Schnees der Berge, die Vegetation der Inseln und Festländer, die Thierwelt des festen Landes, die Flüsse und Seen, die Bildung wasserhaltiger Mineralien, die mechanische Vertheilung von Wasser in allen Gesteinen und das allmälig tiefere Eindringen des Wassers in die fortdauernd sich verdickende Erdrinde.

7. Wo eine Senkung nicht Folge einer lokalen vulkanischen Erschütterung ist, wird sie hervorgebracht durch Zusammensintern von Schlammabsätzen, durch Unterwaschung und durch Auflösung der Gesteine der Meeresufer.

8. Aus Sedimenten gebildete Ebenen müssen bald nachdem sie vom Wasser verlassen sind, durch Zusammensintern und Austrocknen einsinken. Das spätere Aussüssen des Bodens findet nur an der Oberfläche statt, und kann nur unbedeutende Senkung zur Folge haben.

9. Das Wasser scheint auf bestimmten mehr oder weniger langen Spalten in die tieferen Schichten der Erdrinde einzusickern, um dort als Hauptfactor bei der Bildung eruptiver Gesteine mitzuwirken. Aber auch sonst überall muss das Wasser tiefer eindringen, je mehr die Verdickung der Erdrinde oder, was dasselbe ist, ihre Erkaltung vorschreitet.

10. Die Fluctuation des flüssigen Erdkerns ist eine nicht hinreichend begründete Voraussetzung.

11. An Küsten, die aus neuerem eruptivem Gestein bestehen, weisen die Strandlinien möglicher Weise auf He bung; an Küsten, welche aus Sedimentgesteinen beste-

hen, das horizontal gelagert ist, weisen die Strandlinien mit höchster Wahrscheinlichkeit auf Senkung des Meeres.

12. In wissenschaftlichem Sinne genommen ist die Redensart: «après nous le déluge» falsch. Sie muss heissen: «après nous la sécheresse et le froid.»

Moskau
d. 10 August 1869.

Thesen.

№ 1 bis № 12 siehe Seite 68—70.

The RALPH D. REED LIBRARY

DEPARTMENT OF GEOLOGY
UNIVERSITY of CALIFORNIA
LOS ANGELES, CALIF.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
AT
LOS ANGELES
LIBRARY

QE
511 Trautschold -
T69u Ueber säkulare
hebungen und
senkungen der
erdoberfläche...

This book is DUE on the last
date stamped below

UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
AA 001 242 500 5

QE
511
T69u